A. MALLADRA

# IL TRAFORO DEL SEMPIONE

CONFERENZA

1904

Tipografia Editrice
L. F. COGLIATI
Corso P. Romana, 17
MILANO - 1904

ALESSANDRO MALLADRA

# IL TRAFORO DEL SEMPIONE

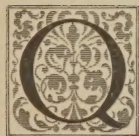
CONFERENZA

TENUTA AL CIRCOLO FILOLOGICO MILANESE

CON 56 FIGURE E UNA TAVOLA A COLORI

MILANO
TIPOGRAFIA EDITRICE L. F. COGLIATI
Corso P. Romana, 17

1904.

# PREFAZIONE

UELLA geniale istituzione che è il *Circolo filologico milanese*, suole ogni anno indire una serie di Conferenze, di argomento ora letterario ed ora scientifico, allo scopo di vieppiù estendere la cultura nazionale. Non sono molti oggidì quelli che hanno la pazienza di leggere un libro da capo a fondo, a meno, che non sia un romanzo di valore più o meno discutibile; pochissimi quelli che possono attendere seriamente allo studio di libri schiettamente letterarî e scientifici, tolta la classe dei professori, che a siffatta occupazione tutta intellettuale sono chiamati per la natura stessa del loro ufficio. Per la gran maggioranza degli uomini il tempo va diventando sempre più prezioso. L'*americanismo* poco alla volta si fa strada anche nella vecchia Europa; la molteplicità ognor crescente degli affari pubblici e privati, lo svolgersi tumultuoso ed incessante dell'industria e del commercio, la necessità di nuove e

sempre più rapide comunicazioni fra individuo e individuo, fra nazione e nazione, in breve, la vita febbrile e concitata, la vita a vapore, a *elettricità* del secol nostro, dánno ogni dì più ragione al vecchio proverbio inglese, *il tempo è moneta,* e rendono spesso impossibile anche ai più desiderosi la dolce e tranquilla occupazione dello studio. Di qui la nuova missione dei giornali, che, da semplici cronache per lo passato, sono ora divenuti minuscole enciclopedie di brandelli scentifici, letterari ed artistici; di qui l'estendersi e il dilagare dei periodici di ogni colore, trattanti *de omnibus rebus et de qui busdamaliis*, di qui l'uso e anche l'abuso delle conferenze, discorrenti *de omni re scibili;* mezzo oggidì universalissimo e assai di moda affine di diffondere vieppiù l'istruzione fra gli uomini, troppo occupati delle grandi brighe del commercio e della politica, per poter trovar ancora il tempo di sfogliare le dotte pagine di un serio e ponderoso volume.

Tale è pure l'origine della presente lettura, promossa, come dianzi ho detto, dal *Circolo filologico milanese*, e facente parte di una serie di conferenze dal titolo generale: **Grandi lavori umani.**

La serie comprendeva dapprincipio tre letture, alle quali ne fu poscia aggiunta una quarta:

1.ª Prof. Ugo Ancona: **Il taglio dell'Istmo di Suez;**
2.ª Ing. Emanuele Jona: **Il primo cavo transatlantico;**
3.ª Prof. Aless. Malladra: **Il traforo del Sempione;**
4.ª Ing. Edoardo Pini: **Le ferrovie transcontinentali.**

Nel rendere di pubblica ragione questa Conferenza, è mio dovere ringraziare quanti direttamente o indirettamente vi cooperarono e mi furono di valido aiuto; tra i quali debbo ricordare in modo speciale gli egregi ingegneri ROLLA e CHIAPUZZI delle *Ferrovie federali*, LANINO e MUZZANI dell'*Impresa Brandau*, che mi furono larghi di notizie e sempre gentilissime guide nelle mie frequenti escursioni dentro e fuori galleria; l'ingegn. BRANDAU, il prof. SCHARDT, l'ing. GARRONE e il signor BERTINA, segretario alle Ferrovie federali, che mi fornirono il materiale fotografico per le proiezioni luminose, e ne permisero la pubblicazione nel presente fascicolo; l'ing. ERNESTO GALIMBERTI che si prestò gentilmente alla preparazione di parecchi disegni, e finalmente (con uno specialissimo e vivo ringraziamento), il prof. FRANCESCO GRASSI, che volle sobbarcarsi a tutto il lavoro di preparazione e di esecuzione delle riuscitissime proiezioni luminose e fu la causa precipua del buon favore col quale i Milanesi accolsero questa lettura.

*Domodossola, Luglio 1904.*

ALESSANDRO MALLADRA.

Ingegnere Carlo Brandau.

# Il Traforo del Sempione

Umano ardir . . . . .

. . . . . . . . . . . .

Qual forza mai, qual limite
Il tuo poter misura?

(V. Monti, *Ode a Montgolfier*).

*Signori,*

Il sentimento che il pubblico, per quanto animato dal migliore spirito di indulgenza, inspira all'oratore, è sempre un senso di penosa trepidazione; se è tale anche in chi è abituato al cimento delle pubbliche riunioni, non sarà malagevole comprendere quale dovrà essere in colui che abbandona, come me, l'abituale quieto vivere delle sue montagne, per piombare, dopo breve corsa di ferrovia, nella vita febbrile e concitata di una industre città, come Milano, e si ridesta all'improvviso dal suo stupore in mezzo ad una eletta schiera di intelligenze, che qui si raduna premurosamente in nobile ed elevato consesso, ogni qualvolta il geniale *Circolo filologico milanese* le chiama a raccogliere i fiori delle lettere, le fragranze dell'arte o gli ultimi trovati della scienza severa.

Ma, per carità, non v'aspettate da me, o Signori, nè tornitura di stile, nè peregrine parole. Io sono caduto fra voi,

cortesi uditori, come un masso di granito nel bel mezzo di una aiuola fiorita, e, col duro linguaggio del macigno, io non potrò parlarvi che di lotte ad oltranza, di aspre battaglie quotidiane combattute dall'uomo contro la natura; vale a dire, di continui pericoli, di improbe fatiche da lui sostenute, di piani e meccanismi ingegnosi lungamente studiati e messi in opera dall'acume dell'uomo per raggiungere la nobile meta prefissa di aprire nel seno delle Alpi una nuova via alla civiltà e al progresso; accennando nel tempo istesso alla titanica resistenza opposta dall'Alpe per difendere le sue membra, squarciate a brano a brano, ai molteplici agguati, alle insidiose sorprese che nel sanguinoso conflitto coll'intelligenza umana contrappone la natura, solenne e grandiosa nelle sue vittorie, severa ed inflessibile nelle sue sconfitte.

Io mi abbandono pertanto con piena fiducia alla benigna ed indulgente cortesia del mio gentile uditorio, e, ringraziando di nuovo pubblicamente l'Egregio Presidente di questo *Circolo filologico milanese* dell'onorifico quanto immeritato incarico affidatomi, entro nel mio argomento, troncando senz'altri preamboli queste mie scuse, sia perchè dan sempre noia le querimonie e sia perchè la via lunga mi sospinge.

* * *

Ben a ragione la perforazione del Sempione va ascritta ai grandi lavori umani che formano la bella serie proposta dal *Circolo*. Anzi, poichè in questo caso non v'ha nessuna odiosità nel paragone, segnando tutti un passo gigantesco nella via del perfezionamento umano, anche a costo di vedermi collocato a fianco del panegirista pel quale il suo santo è sempre il migliore fra tutti, non esito di affermare che questo è *massimo* fra i grandi lavori umani.

Non vedete infatti, o Signori, in questi capolavori del genio, un graduale *crescendo* di difficoltà e di pericoli? — Nel taglio dell'istmo di Suez, magistralmente descritto dall'illustre prof. Ancona, la via del lavoro è nettamente segnata da paline e banderuole, e facilmente percorribile da un capo all'altro; il tracciato può essere eseguito in qualunque punto e contemporaneamente in tutti i punti; sono abbastanza noti gli ostacoli da vincere e il costo per ogni metro lineare: le difficoltà principali si riducono a due, contro le quali l'uomo già da lunga pezza è abituato a lottare, voglio dire, *la spesa* e *il clima.* Alla risoluzione di siffatto problema occorrono *braccia* e *denaro;* molti quattrini per pagare migliaia di braccia sono sufficienti per darci un lavoro colossale come il canale di Suez, senza che occorra eccessivo progresso scientifico; tanto è vero che il progetto potè essere tentato ed effettuato dall'antico popolo delle Piramidi, mutati forse i due fattori necessarii al gran lavoro, braccia e danaro, per l'indole e la barbarie dei tempi in questi due altri: braccia e bastonate!

Non è così certamente per la posa di un cavo transatlantico, brillantemente dipinta dall'egregio ingegnere Emmanuele Jona, che seppe mettere in vivida luce la profonda sua esperienza. Qui la meccanica semplice non basta: occorreva anzi tutto che l'umano progresso scoprisse il grande fattore della vita moderna, l'elettricità, e che il genio di Volta ci desse *la pila.* Occorse poscia un complicato ed ingegnoso macchinario per scandagliare il fondo marino, per costruire e posare nel suo letto la gran corda metallica di quattromila chilometri. Ma non si può disconoscere che anche qui la via è abbastanza sicura, il titanico lavoro si compie per gran parte in comode officine, nè è il caso di parlare di gravi malattie epidemiche, mancando assolutamente l'agglomerazione del personale. Ai pericoli del clima si contrappongono bensì i

pericoli del mare, ma sono quelli che corre giornalmente ogni navigante; le difficoltà che si opposero alla prima riuscita del progetto, non tutte furono dipendenti dall'intima natura del lavoro, anzi non poche si dovettero ascrivere all'imperizia dei lavoratori, alla fretta del lavoro e taluna anche alla malignità di coloro che vedevano di mal occhio l'audace impresa. *Capitale* e *scienza*, ecco i due grandi fattori che distesero fra gli abissi dell'Atlantico il primo filo, che riunì il vecchio al nuovo mondo.

Nella perforazione di una galleria di 20 chilometri, quale è quella del Sempione, entra in campo un elemento che è quasi sconosciuto nei grandi lavori dianzi trattati. Qual è questo elemento? Per meglio definirlo mi riferirò ad una corrispondenza di un valente ingegnere, che ha la sua parte nella direzione dei lavori ad Iselle, apparsa sul principio di quest'anno in un giornale cittadino, nella quale, dopo mentovata l'ultima irruzione d'acqua calda nel cunicolo d'avanzata dell'imbocco di Briga, eranvi delle parole di chiusa press'a poco così: « Se i lavori si dovessero sospendere all'imbocco Nord, pur dovendosi proseguire con una sola avanzata a Sud, la galleria potrà ancora essere terminata nel 1905; se poi anche ad Iselle dovesse sorgere qualche grave ostacolo, sallo solamente Dio quando si finirà,... *e se si finirà*. „ Non spaventiamoci prima del tempo, o Signori; riflettiamo invece come queste parole indichino bene la natura dell'elemento a cui alludo, voglio dire l'*incertezza dell'esito*, con che si esprime nello stesso tempo tutta la gravità degli ostacoli che si incontrano nel Traforo del Sempione.

Non esiste infatti un tracciato propriamente detto; la linea da seguire è una linea ideale che solo lo studio degli ingegneri dirigenti sa scorgere nel buio misterioso della montagna; questa linea invisibile non si può seguire che lentamente e con infinite misure dalle sue opposte estremità, o

da una sola, per raggiungere un punto centrale in cui le due direzioni si incontrino esattamente in linea retta. Il problema del Sempione così concepito si accosta a un problema di balistica di questo tenore: Colpire alla distanza di dieci chilometri un bersaglio che non si vede, ma di cui si può determinare la posizione col calcolo.

La natura stessa delle roccie da perforare e la loro inclinazione è, a rigor di termine, sconosciuta. È bensì vero che il geologo dall'indagine esterna cerca di indovinarle e di fatto indovina molto, ma quanti inganni, quanti abbagli, quante sorprese! Nè queste sono le peggiori; altre ben più gravi ne riserva il monte a' suoi dilaniatori: la storia del Traforo del Sempione è tutta una sequela di stupefacenti sorprese, di finissime insidie, di pericolosi agguati. Sono torrenti impetuosi d'acqua ad altissima pressione che sbucano all'improvviso dalle roccie spezzate; sono copiose infiltrazioni d'acqua fredda o peggio termale, che zampillano e piovono da ogni parte; sono inaudite pressioni della roccia, che spezzano i travi delle puntellatúre, piegano come paglie le robuste travate di ferro, fanno scoppiare i muri e abbattono le vôlte già portate a compimento; sono elevate temperature alle quali l'uomo non può reggere che poche ore di lavoro, a patto ancora di risolversi in snervanti sudori. — In un'impresa come questa, ove la dinamite si maneggia in tanta abbondanza, bisogna ancora aggiungere la micidiale sorpresa della esplosione a tempo e luogo indebito, la quale pur troppo volle le sue vittime.

Quanta energia, quanto coraggio, quanta tenacia di volontà non si esige nell'uomo, in questo essere così piccolo in confronto del gigante contro cui deve lottare, per resistere, per affrontare, per abbattere, per vincere!

Non bastano i capitali, occorrono migliaia di braccia, fra cui si suddividono tutte le arti manuali: sterratori, badilanti,

carrettieri, manovali d'ogni specie, falegnami, carpentieri, segantini, minatori, ferrovieri di tutte le categorie, muratori, fabbri-ferrai, meccanici, tornitori, e un esercito di assistenti e di garzoni grandi e piccoli a controllo e a servizio di una così svariata moltitudine di lavoratori. — Non bastano le braccia, tutte le Scienze sono requisite: la meccanica, l'idraulica, l'aerostatica, il calorico, l'elettricità, la chimica, la topografia, la geologia, la litologia, la mineralogia, l'igiene, la fisiologia, la medicina; professate da una prode avanguardia di ingegneri, da naturalisti, da geometri, ragionieri, misuratori, da medici e infermieri, a cui fa seguito un reggimento di scrivani e impiegati d' ufficio. — Non ultime, anche le Scienze sociali..., sì, perchè Voi, gentili uditori, già avrete pensato ad un altro elemento che entra come ostacolo di primo grado in questo terzo fra i grandi lavori umani, e sconosciuto ai due primi, ostacolo supremo, paragonabile alle più desolanti malattie, intorno al cui rimedio tanti e forti ingegni si affaticano da molt'anni, con risultati diametralmente contrarii; malattia contagiosa, universale, diffusa omai fra tutti i popoli civili; che quando colpisce, colpisce e le teste e le braccia dell'umano consorzio; voglio dire, la lotta dell'uomo contro l'uomo, lo *sciopero*. Infatti lo sciopero è nel convenuto del Sempione messo in fila con la guerra, e con l'epidemia generale, pei quali ostacoli *soli* si può giuridicamente protrarre o rompere il contratto fra Impresa e Governo.

Anche le Lettere e le Arti belle vogliono portare i loro fiori al Traforo del Sempione. Sì, perchè e la scultura e la pittura e la musica e la poesia, hanno illustrato nel loro mistico e più sensibile linguaggio la grand'opra e i suoi episodî, e ancor più la canteranno nel gran giorno inaugurale, attonite alla mirabile visione del genio assiso in un nimbo di gloria sul monte traforato; commosse allo spettacolo di

questo piccolo sistema di nervi, di muscoli e di ossa, animato dall'intelligenza, vivacissima scintilla divina, che innalza un'altra volta il grido della vittoria; rapite nella contemplazione di questa minuscola creatura, novissima fra le ultime arrivate sul nostro pianeta, che tutto lo fruga minutamente e lo conquide, rispondendo fedelmente all'invito del nostro mite Zanella:

T'avanza, t'avanza
divino straniero,
conosci la stanza
che i fati ti diero (1).

*
* *

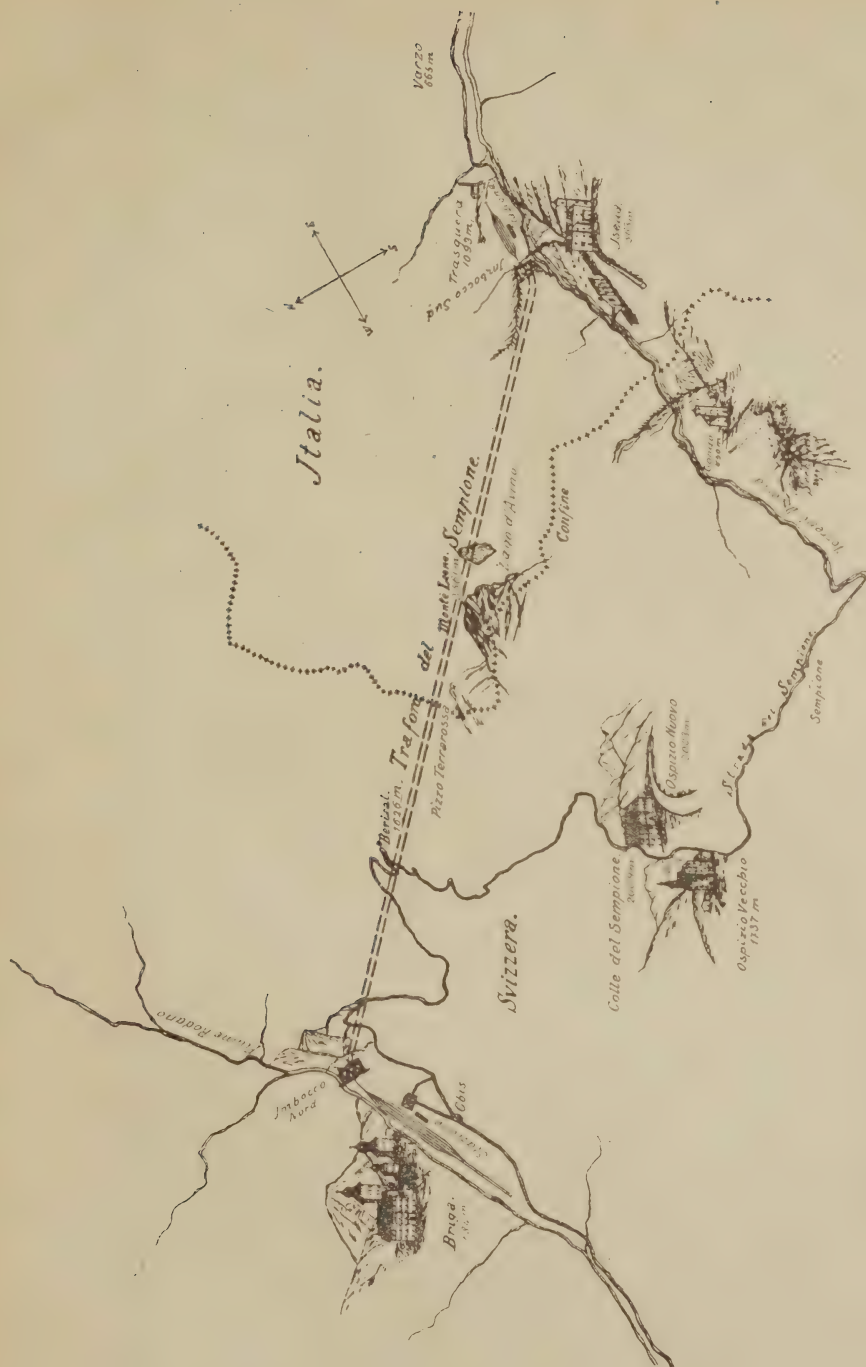
Lasciando totalmente in disparte l'esame dei varî progetti che, fino dalla metà del secolo scorso, furono successivamente studiati per aprire un valico ferroviario tra l'Ossola ed il Vallese (la qual cosa mi porterebbe troppo lontano dal mio tema), mi fermerò unicamente sull'ultimo progetto accettato dalla Compagnia Jura-Simplon, e recentemente riscattato dal Governo federale. — Per ordinare alquanto il mio dire, io vi parlerò dapprima, cortesi Signori, degli elementi necessarii al compimento della grande impresa, i quali sono: lo *studio della direzione,* la *previsione delle roccie* e la *meccanica dello scavo;* accennerò poscia ai principali ostacoli che si oppongono al lavoro, che sono: *l'acqua,* la *pressione delle roccie* e *l'elevata temperatura,* ed ai mezzi ideati dall'ingegno per vincerli. Siccome poi la solerte Direzione del Circolo ha gentilmente assentito e opportunamente disposto per la proiezione luminosa di una piccola serie di disegni e di vedute,

(1) Ad una Conchiglia fossile.

affinchè con esse più e meglio che con la mia disadorna narrazione vi possiate fare un adeguato concetto di questo grande lavoro umano, oscuriamo la sala perchè sia meglio rischiarata l'idea (1).

*
* *

Il progetto del Traforo del Sempione accettato dalla Compagnia Jura-Simplon, e intorno al quale da cinque anni febbrilmente si lavora, comprende due gallerie rettilinee e parallele, a un solo binario ciascuna, e distanti diciassette metri fra asse ed asse. Il rettilineo è di metri 19728,71; tracciato in direzione da Nord-ovest a Sud-est, in modo che l'imbocco svizzero (Nord-ovest) si trova alquanto più su di Briga, mentre l'imbocco italiano riesce alquanto più giù di Iselle. Di questa lunghezza nove chilometri circa si trovano su territorio svizzero, donde si deduce tosto che la tratta italiana supera la precedente di 1700 e più metri. Il tracciato, come chiaramente si scorge dalla figura qui a fianco, passa per ben sette volte sotto la grande e tortuosa strada napoleonica. Taglia dapprima il gomito del villaggio di Schlucht nel Vallese, indi incrocia quattro volte la grande *M* dello stradone sotto Berisal. Da questo punto la strada si allontana sempre più dal traforo, che più non incontra fino allo sbocco italiano,

(1) Le proiezioni luminose che accompagnarono la lettura di questa Conferenza furono gentilmente e magistralmente eseguite dal Prof. Cav. Francesco Grassi, così abile specialista in questa materia, che tenne nello scorso Maggio una brillantissima Conferenza appunto sull'argomento delle *proiezioni luminose*. Le proiezioni del Sempione furono eseguite con una lampada Schuckert da 30 Ampêres e 50 Volta, sopra una tela bianca di 16 mq. Sono le stesse figure rappresentate dalle incisioni e dalle tavole di questo fascicolo.

Tracciato della galleria con la strada napoleonica del Sempione.

ove l'ingresso della *galleria di direzione* è sito precisamente a picco sotto il parapetto della via, a pochi metri sopra il pelo d'acqua della Diveria.

Ho parlato di *galleria di direzione,* e mi spiego subito.

Per ragioni di raccordamento colle due linee di accesso, dell'Ossola e del Vallese, il rettifilo porta alle estremità due curve in senso contrario, le quali portano la lunghezza totale del Traforo a metri 19769,35. Ne consegue, come dimostra lo schema, che attualmente gli imbocchi sono tre per parte; due alle estremità delle curve, per cui i treni entreranno in galleria, ed uno all'estremità del rettifilo. È pure ovvio che quest'ultimo imbocco sarà definitivamente chiuso a perforazione ultimata; ma per intanto è assolutamente necessario per mantenere l'esatta direzione della galleria. È per questo che il tratto rettilineo, di 272 metri a Sud, e di 135 metri a Nord, che va da questo imbocco sino al distacco della curva, prende il nome di *Galleria di direzione.* Le due gallerie, destinate al traffico internazionale, in linguaggio sempionino, si indicano brevemente coi numeri *1* e *2*. Trovandosi l'imbocco meridionale a metri 640 sul livello del mare, ed il settentrionale a metri 685, si potrebbe accedere dall'uno all'altro, con una sola pendenza rettilinea del due per mille, più che sufficiente per lo scolo delle acque. Ma per non essere costretti a lavorare dalla parte svizzera in contropendenza per sì lungo tratto, fu deciso di dare, come è il caso di tutte le grandi gallerie, due pendenze in senso contrario, l'una del due per mille dal lato Nord, l'altra del sette per mille a Sud. Così la ferrovia raggiunge nel mezzo della montagna un piano a livello di 500 metri di lunghezza, situato a soli 705 metri sul mare. Di modo che il Sempione, mentre sarà la più lunga galleria del mondo, sarà anche la più bassa, la qual cosa è certo di grande importanza per la rapidità e l'economia del traffico, venendo diminuite le pendenze e il consumo di energia

MPIONE.

BRIG

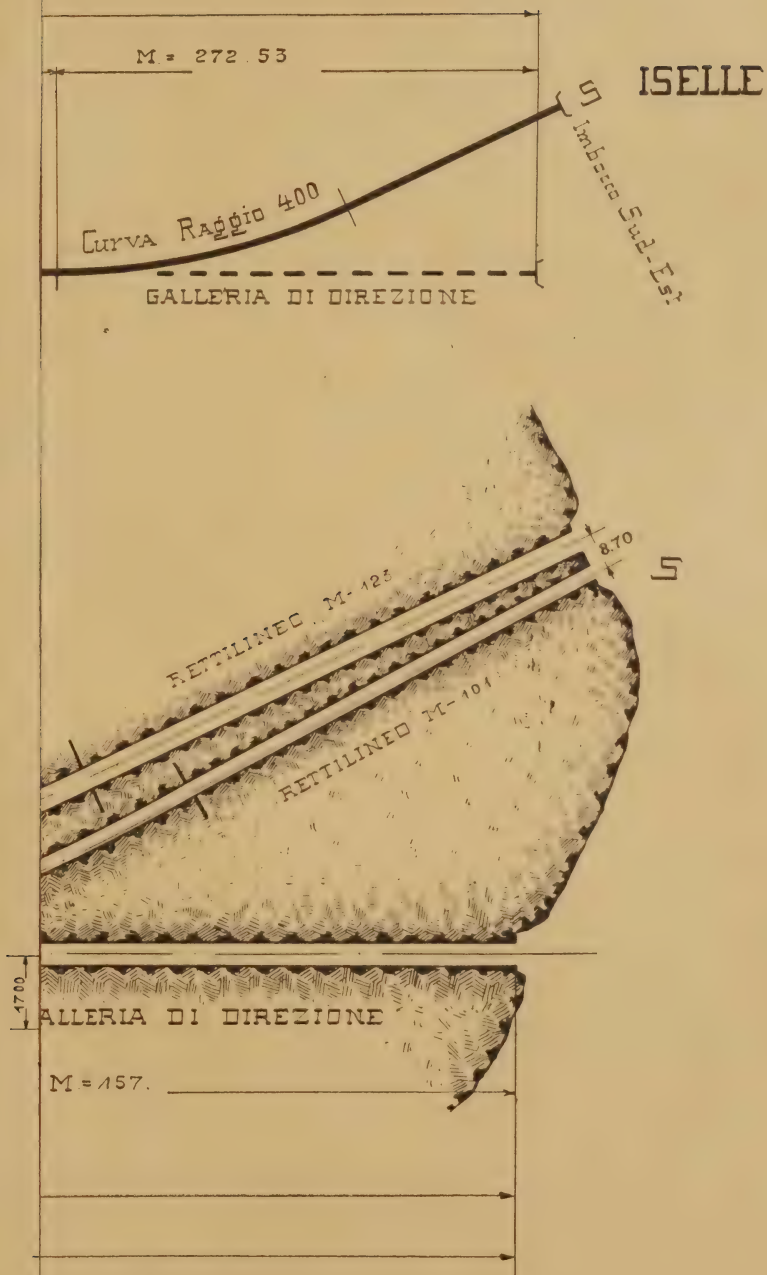
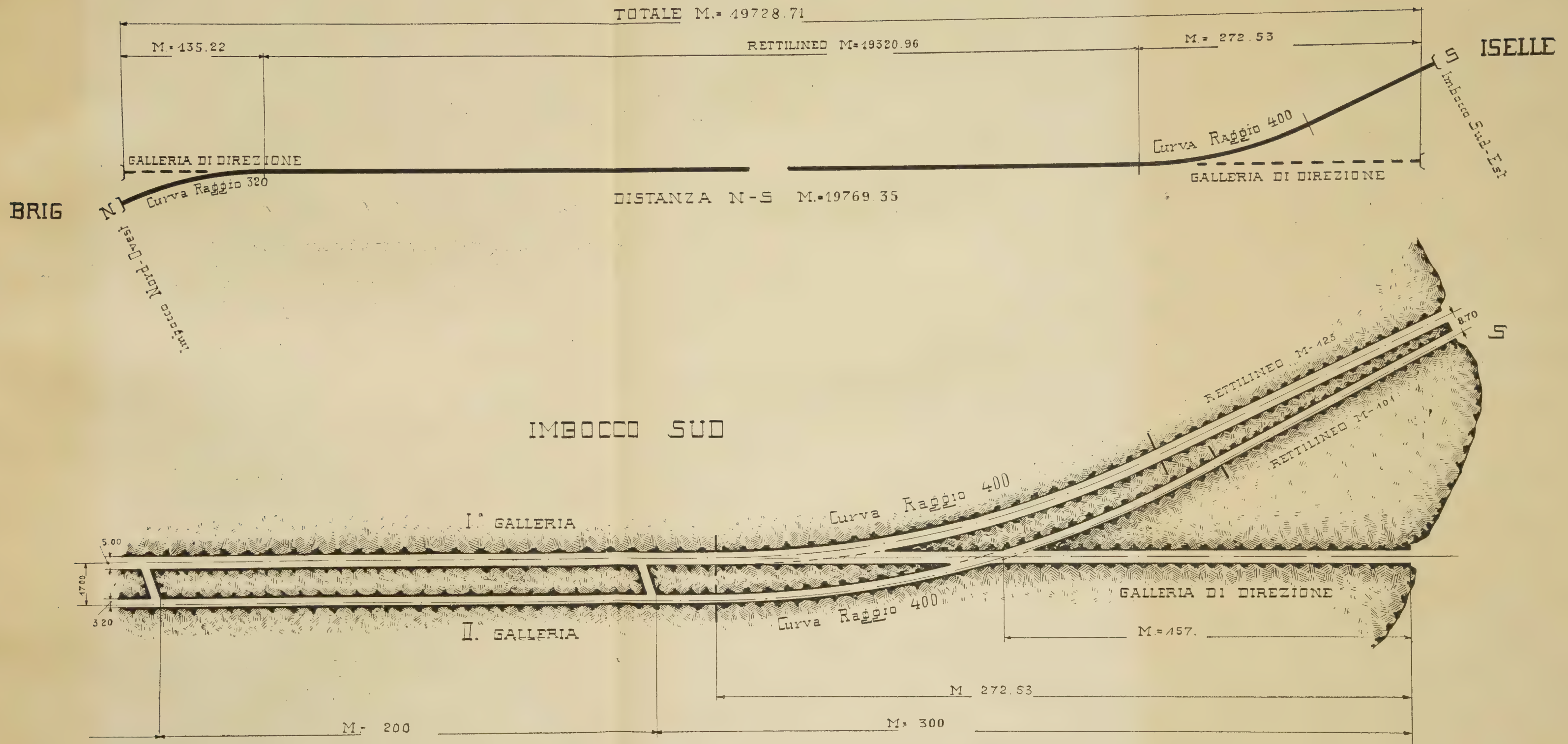
RETTILINEO M-123

8.70

RETTILINEO M-101

1.700

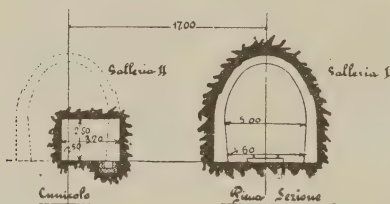
GALLERIA DI DIREZIONE

M = 157.

# SCHEMA DEGLI IMBOCCHI DEL TRAFORO DEL SEMPIONE.

motrice. È noto infatti che tutti gli altri passaggi alpini ferroviari sono assai più alti del Sempione:

il Cenisio è a 1295 metri
il Gottardo „ 1154 „
il Brennero „ 1367 „
l'Arlberg „ 1310 „

Profilo longitudinale della galleria del Sempione.

Il *Tunnel N. 1* sarà scavato e totalmente rivestito da muratura, *in sezione completa*, raffigurante un ovoide tronco alla base, di metri otto per cinque; il *N. 2* sarà invece per ora scavato in sezione ridotta di metri 3.20 per 2.50, esso è destinato finchè il movimento dei treni non ne richiederà l'ingrandimento, a raccogliere e convogliare le acque sorgive, a regolare la ventilazione, all'installamento dei fili elettrici, per luce, telefono e telegrafo: rimane adunque una *galleria di servizio*. Solamente nella tratta centrale a livello della lunghezza di 500 metri essa avrà una sezione uguale al *N. 1*, per lo scambio dei treni. Sarà pure scavata in piena sezione presso gli imbocchi, allo scopo di poter sin d'ora erigervi il grandioso ed imponente frontale, che indicherà al viaggia-

tore l'ingresso nelle viscere del monte. — Con la progettata disposizione si calcola che il *N. 1* potrà servire al passaggio di 48 treni nel periodo di 24 ore, di cui quattro diretti, otto omnibus e trentasei treni merci. Per l'esecuzione dell' opera fu decisa la spesa di cinquantaquattro milioni e mezzo, ora accresciuta di circa quattro milioni per le gravi difficoltà incontrate (esclusa l'espropriazione dei terreni, la ghiaia e le rotaie occorrenti all'armatura della ferrovia); il tempo da impiegarsi fu convenuto di cinque anni e mezzo, ora protratto di dodici mesi, cioè fino al 30 aprile 1905. Per

Sezione trasversale delle due gallerie.

ogni giorno di guadagno, 2000 lire di premio, ed altrettante di multa per ogni giorno di ritardo. Nella convenzione furono pure stabiliti dapprima quindici e poi diciannove milioni per l'allargamento del *tunnel N. 2* coi quali il costo totale del traforo con doppio binario sarà di **settantasette milioni e mezzo**, se altri accidenti non l'aumenteranno ancora.

Capo ed anima dell'Impresa a Iselle è l'Ing. CARLO BRANDAU, tipo di robusto e vigoroso sassone, rude a primo aspetto, ma d'una cordialità e gentilezza che colpisce chi lo avvicina; buono e benefico oltre ogni dire, è il vero *papà degli operai*, che a lui frequentemente e non indarno ricorrono nelle loro angustie. Rimasto solo a capo della gigantesca impresa dopo la morte dell'Ing. BRANDT (rapito da fiera polmonite sul campo

Perforatrice su affusto.

Frontale della galleria.

Medaglia di S. Barbara.

delle sue fatiche dopo soli due anni dall'inizio dei lavori), egli è sicuro della sua stella, nessun ostacolo lo fa dubitare un istante, non indietreggia mai davanti al pericolo: si direbbe che le difficoltà sviluppano in lui nuove vigorie, nuovi impulsi irresistibili di procedere sempre, e che il suo motto sia: *Sempre avanti Sempione!* Gli antichi favoleggiarono di Vulcano agitantesi sotto il Mongibello; BRANDAU è il titano del Sempione, che a un suo cenno si strugge e si dilania, sotto la sua dinamite romba e tuona nella valle, già prima muta e deserta, mentre i cento echi della montagna ne ripercuotono gli scoppii con assordante fragore.

* * *

Due squadre di nerboruti lavoratori sono separate da una barriera montuosa, alta 2000 metri, lunga 20 chilometri; esse marciano seguendo la linea più breve fra gli interni strati della montagna, l'una contro l'altra, quasi si vedessero; conquistando il terreno palmo a palmo; fiduciose di incontrarsi un bel giorno od una bella notte (chè per essi è sempre la stessa cosa) nel cuore stesso delle Alpi, e stringersi in fraterno ed inebbriante amplesso. Chi li dirige sul retto cammino? Chi li assicura che non falliranno l'invisibile mèta in quel

> Buio d'inferno e di notte privata
> D'ogni pianeta, sotto pover cielo,
> Quant'esser può di nuvol tenebrata? (1).

Chi li guida?... ciò che distingue l'uomo dalla talpa, *l'ingegno!*

L'ingegnere dirigente deve dapprima conoscere esattamente il profilo delle montagne da perforare. A tal uopo

(1) *Purg.*, XVI.

egli le percorre superiormente più e più volte; ne conquista le vette e vi pianta i suoi segnali; ne percorre i pendii che tempesta di paline colorate, ne visita i ghiacciai che rallegra colle sue banderuole rosse; ne sorvola le valli col suo traguardo, e col filo a piombo ne scruta gli abissi. Toglie e rimette, trasporta e ricolloca, s'avanza e retrocede, sale e discende, misura e traguarda, calcola e ricalcola, sopporta l'arsura del sole, il riverbero delle nevi, le scalfitture dei sassi, le punture dei rovi, le sferzate della tormenta, e non si dà pace finchè non sia matematicamente sicuro, che tutti i segnali infissi sono in una sola, identica ed esatta direzione, rappresentante il profilo della montagna. Se con un taglio ideale si seziona il monte *verticalmente,* mediante un piano passante per la linea dei segnali, la sezione darà il profilo della montagna e incontrerà i due punti estremi del traforo. L'ingegnere nel suo studio può allora riportare con somma minuzia, in scala minore del vero, le misure ed il profilo che risultano dai suoi calcoli, e riunendo nello spaccato ideale i punti estremi rappresentanti gli imbocchi, con due linee rette a contropendenza, stabilisce con esse *l'asse della galleria.* Altri calcoli matematici gli daranno la lunghezza precisa di questo asse spezzato, in metri, centimetri e millimetri: 19728 metri e 715 mm.!

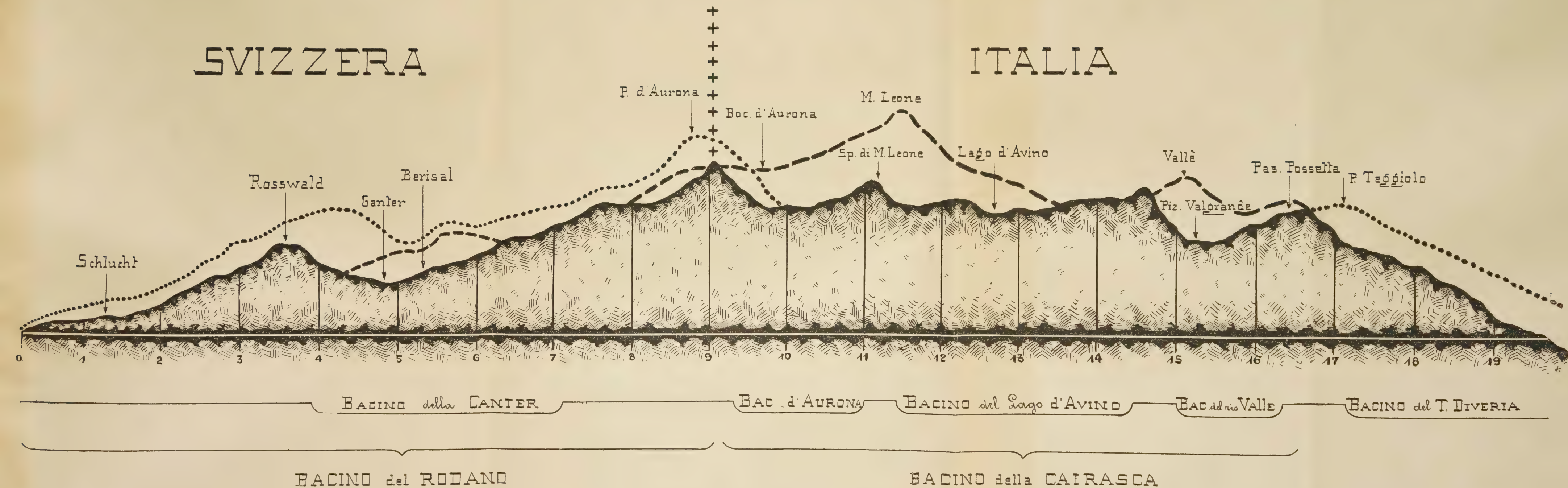
Ecco ora il profilo del Traforo del Sempione:

Dalla parte di Briga sale dapprima dolcemente sino a tagliare, nelle vicinanze di Rosswald, il contrafforte montuoso del Tunnetschorn, che separa il bacino del Rodano da quello della Ganter (confluente della Saltina), ed attraversando obliquamente questa valletta, taglia quattro volte la strada del Sempione sotto Berisal, come già prima vedemmo meglio dal tracciato della galleria. Dopo di che il profilo montuoso si solleva continuamente sino a raggiungere, al nono chilometro, la maggiore elevazione, in un punto intermedio della

ITA

IO del Lag

NO della

Profilo del

●●●●● Profilo del Sempione a 1300 metri verso N. E. dalla galleria.

— — — — Profilo del Sempione a 1300 metri verso S. W. dalla galleria.

cresta che unisce la Punta d'Aurona (2985 metri) alla Punta di Terrarossa (3247 metri). Dopo questa elevazione il profilo entra in Italia, si abbassa per attraversare il piccolo bacino del ghiacciaio di Aurona, ma tosto si rialza a sormontare un grosso sperone, che scende ripidamente dal M. Leone. La depressione che esiste al decimo chilometro, fra il confine e lo sperone, segna adunque la metà della galleria, la quale pertanto porta superiormente il bianco cappuccio dell'elegante ghiacciaio d'Aurona. Al di qua dello sperone il profilo scende e sale dolcemente per quattro chilometri, percorrendo il poetico e severo altipiano del Lago d'Avino, sino a che, affacciatosi ai ripidi canaloni che scendono nella gola di Vallè, vi si gitta bruscamente, oltrepassandola a valle delle Balmelle, per tosto risalire al Passo della Possetta (m. 2190), che giace fra il Teggiolo (m. 2386) e il Pizzo di Valgrande (m. 2858). Da questo passo il profilo scende continuamente sino a quasi raggiungere la Diveria, sboccando il *tunnel di direzione* a pochi metri dal pelo del torrente, dopo avere attraversato una sesta volta la strada del Sempione.

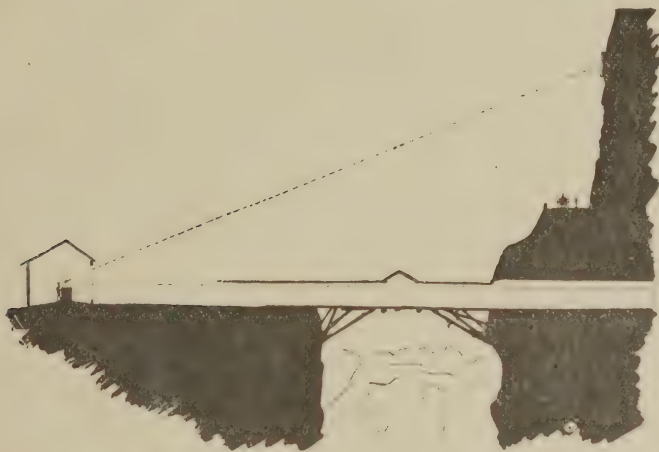
L'ispezione di questo profilo, unitamente agli altri due che corrono ad una distanza di 1300 metri a destra e a sinistra del Traforo, dimostra chiaramente lo studio che si fece per scegliere la linea che maggiormente si scosta dalle alte cime, allo scopo di evitare delle temperature eccessive. La Punta d'Aurona e il Teggiolo a Nord-est, il Terrarossa, il Leone e il Pizzo Valgrande a Sud-ovest, rappresentano la guardia d'onore che fiancheggia l'asse del Traforo.

Lo studio fatto al tavolino viene dall'ingegnere riportato sul terreno. Sulla parete rocciosa è segnato un punto: *l'estremità dell'asse di direzione.* Ma questo punto non tarderà a scomparire sotto i rabbiosi morsi della dinamite; come si farà ad inseguirlo? Come si potrà trovarne un secondo più

addentro nella montagna, ma in linea determinata col primo? Oh se ci fosse un filo, per quanto tenue, che ne segnasse la via nel duro macigno; il filo d'Arianna per procedere oltre sicuri! — *Dammi un punto,* gridava Archimede, *e ti moverò la terra;* — dammi un punto, grida l'ingegnere, e ti darò il Sempione traforato!

State sicuri, Signori, il filo c'è; è solo questione di vederlo. Più fortunato di Archimede, l'ingegnere non tarda a trovare il suo secondo punto, e poi un terzo, un quarto, un centesimo, un millesimo, e tutti in linea retta fra loro e coll'invisibile punto centrale, a cui tutti anelano. — In che modo?

A parecchi metri di altezza sopra il primo punto omai cancellato dalle mine, se ne trova un altro, sullo stesso piano verticale di quello scomparso, segnato colla massima cura su una lastra di marmo, previamente murata nella roccia viva, in luogo sicuro, e per maggior difesa protetto da custodia in ferro. In corrispondenza a questo, e ancora sullo stesso piano verticale, ma davanti all'imbocco della galleria di direzione, e tanto più lontano da essa quanto più lo permette l'angustia della valle, sta un pilastrino di pietra, sormontato pure da lastra in marmo, perfettamente orizzontale, sulla quale è segnato un altro punto, che è il centro di una croce, di cui sono rigorosamente conosciuti tutti i dati topografici. Se per la prima lastra sulla rupe basta una custodia di ferro, qui necessita addirittura una casetta, per difenderla gelosamente dalle intemperie, dai passanti, dalle mine e da ogni altra causa perturbatrice. Su questa lastra l'ingegnere pone il suo teodolite, delicatissimo strumento di precisione, centrandone l'asse verticale, col punto sottostante. Dirige dapprima il cannocchiale alla prima lastra in alto, nel punto segnato, e stabilisce così una prima visuale. Egli conosce esattamente, fino alle frazioni di minuti secondi, l'angolo che questa visuale deve fare con un'altra, che è per l'appunto

l'asse del traforo. Abbassa il suo cannocchiale di quanto esige quest'angolo, e, se occorre, ne legge il valore col microscopio, sui cerchi graduati che fanno parte del teodolite; e viene così stabilita la seconda visuale, coincidente con l'asse della galleria. Un punto luminoso nel buio del traforo, che è dato

Schema per dimostrare come si mantiene l'esatta direzione della Galleria (1).

da una fiammella ad acetilene, si sposta or qua or là, si alza e si abbassa, finchè esso si trovi sulla visuale, ossia sull'incrocio di due fili, giacenti sulla lente del cannocchiale. Determinato un punto, se ne fissa un secondo, poi un terzo, e

(1) Lo schema rappresenta uno spaccato verticale della galleria di direzione, del ponte sulla Diveria e del casotto di misura. Le due linee punteggiate rappresentano due visuali; la prima termina alla lastra di marmo che è murata nella roccia viva sopra la strada del Sempione; la seconda si prolunga indefinitamente nella galleria, rappresentandone l'asse. Stabilita la prima visuale fra il teodolite e la lastra di marmo, essendo noto l'angolo che devono formare le due punteggiate, sarà facile, mediante conveniente rotazione del cannocchiale, stabilire la seconda visuale, sul cui prolungamento dovranno trovarsi i punti luminosi che indicano l'asse della galleria.

così via. La galleria cammina bene se il suo piano e i suoi fianchi, distano sempre perpendicolarmente da questi punti della stessa misura. Mano mano che la galleria procede, i punti interni di livello possono sostituire l'esterno, e via via sostituirsi a vicenda l' uno dopo l'altro.

È tuttavia necessario, almeno una volta all'anno, controllare tutta l'operazione dall'esterno sino all'avanzata. Quando si fa il controllo, tutta la galleria deve essere sgombra di operai e d'ogni ostacolo che possa intercettarne la visuale; dev'essere libera da fumi e da vapori che smorzino il scintillio de' punti luminosi, quindi la necessità di sospendere temporaneamente i lavori. Per l'ultima verifica dell'asse di direzione, fatta in occasione di S. Barbara (4 dicembre), festa solenne dei minatori, il lavoro di controllo durò quasi tre giorni! — Immaginate quanta minuzia deve porre l' ingegnere in questa operazione, e nella scelta degli strumenti, e nell'adoperarli, pensando che un menomo sbaglio, può portare nel centro della montagna a delle deviazioni di centinaia di metri, in causa della lunghezza dell'asse.

Data la delicatezza di queste osservazioni, non è a meravigliare, se invece di ripeterle pel *Tunnel N. 2*, si preferisce scavare delle gallerie trasversali, ogni duecento metri, le quali sono sufficienti per mantenere al 2 la stessa inclinazione, e una direzione parallela, spostata di 17 metri. È pure ovvio che queste trasversali, a lavoro compiuto, saranno chiuse daccapo, come già si fa sin d'ora, mano mano che procedendo il 2, diventano inutili, anzi di ostacolo alle esigenze della ventilazione (1).

(1) La ragione per la quale si adottò il sistema delle due gallerie parallele è data specialmente dalla grande comodità della ventilazione e dalla eduzione delle acque filtranti. — Riguardo alle acque di infiltrazione (le quali al Sempione come al Colle di Tenda, raggiunsero e sorpassarono i mille litri al minuto secondo), benchè alle lunghe gallerie si dia doppia pendenza in senso contrario

Si incontreranno esattamente i due imbocchi? L'uomo non ne dubita menomamente, per ciò che concerne la scru-

in modo che il deflusso avvenga naturalmente verso i due imbocchi, tuttavia esse non possono venir raccolte nell'acquedotto definitivo che dopo ultimato un certo tratto di galleria, essendo l'acquedotto, per molte ragioni d'indole tecnica, l'ultima cosa da costrurre. Ne consegue che i cantieri dell'avanzata, dell'allargamento e del rivestimento sono continuamente soggetti all'invasione delle acque di infiltrazione, il che rende assai più malagevole il lavoro e meno proficua la mano d'opera. L'esperienza fatta al Sempione ha dimostrato quanto sia utile in tal caso un secondo cunicolo indipendente dal primo, nel quale si possano tosto convogliare le acque di infiltrazione e delle perforatrici, rimanendone tutt'al più ingombrato temporariamente l'avanzamento, ma perfettamente liberi gli altri cantieri dentro il *Tunnel*. Nel caso poi che il canale costruito fosse insufficiente all'eduzione delle acque (caso che si verificò nella galleria del Colle di Tenda, e fu grave causa di ritardo), tutto il cunicolo può servire a questo scopo; il che appunto avvenne anche al Sempione ove il *N. 2* dall'imbocco italiano sino alla progressiva di m. 4450 è totalmente invaso dall'acqua scorrente, senz'ombra di danno pel servizio dei lavori, anzi con benefizio della ventilazione.

Riguardo alla ventilazione, che deve essere tanto più abbondante quanto più è lunga la galleria e quanto più è elevata l'interna temperatura, si suole ordinariamente ricorrere a delle speciali condotte metalliche, in cui l'aria viene soffiata dall'esterno mediante appositi ventilatori. Ma la condotta metallica non può avere un diametro maggiore di 50 centimetri, se non si vuol che riesca troppo ingombrante, e quindi il volume d'aria già assai limitato, sarà ancora tanto più esiguo quanto più è sviluppato l'asse della galleria, senza tener calcolo dei continui danni a cui è esposta la tubazione, specialmente nei cantieri di allargamento. Devesi ancora tenere presente che una siffatta tubazione metallica, corrente per parecchi chilometri in un ambiente caldo, non può a meno di risentirne fortemente il riscaldamento, e giungere all'avanzata con scarso effetto refrigerante. Al Sempione potendosi disporre di una galleria di servizio, questa funge direttamente da conduttura d'aria. L'aria aspirata da due potenti ventilatori collocati all'imbocco, viene spinta nel *N. 2* che è direttamente collegato all'edificio di ventilazione; risale tutto il cunicolo e si rinfresca al contatto delle acque di infiltrazione, finchè giunta all'ultima traversa passa nel *N. 1*, e ritorna indietro a benefizio di tutti i cantieri interni. Per spingerla poi dall'ultima traversa sino all'avanzata (la quale distanza sarà al massimo di 200 metri), si fa uso di speciali iniettori d'acqua compressa a 100 atmosfere, che sprigionandosi in violentissimo getto entro una tubazione che percorre questa distanza, aspira l'aria pura dall'ultima traversa e, rinfrescata dalla polverizzazione dell'acqua, la spinge fino all'avanzata. Così al Sempione possono circolare fino a 50 metri cubi d'aria al minuto secondo.

Considerando tuttavia che col sistema adottato al Sempione, bisogna procedere di pari passo alla perforazione meccanica di due gallerie d'avanzamento, ed allo scavo di gallerie trasversali, per cui si richiedono impianti meccanici

polosità del suo lavoro; ma vi sono delle cause estranee, come ad es.: la mobilità del terreno, ed altre che sarebbe

proporzionati, e non potendosi dubitare che, a parità condizioni, una galleria a doppio binario costa meno di due gallerie a un binario solo, l'Ing. GEROLAMO CHIAPUZZI, addetto dall'inizio dei lavori al Traforo del Sempione, ideò e descrisse recentemente un nuovo metodo per l'escavazione delle lunghe gallerie,

Sezione normale di una lunga galleria scavata col sistema dell'Ing. CHIAPUZZI.

che unisce le comodità sperimentate al Sempione all'economia di una sola galleria a doppio binario. (Ing. G. CHIAPUZZI. *Proposta di un nuovo metodo di esecuzione delle lunghe gallerie ferroviarie, in rapporto all'eduzione delle acque e alla ventilazione,* Torino, 1904. Estratto dall'*Ingegneria civile e arti industriali*, vol. XXIX). Questo metodo consiste essenzialmente nello scavare un solo cunicolo di avanzata ad un livello inferiore a quello che avrà poi il piano della galleria. Il cunicolo viene successivamente allargato da una parte sola in maniera da trarne lateralmente tutta la sezione della galleria, che rimane poi divisa dal cunicolo mediante un piedritto della rivestitura muraria. Questo cunicolo essendo il primo nello scavo e il più basso di livello, può servire da condottura d'aria e da scolatoio per le acque e nello stesso tempo può ricevere tutte le tubazioni di energia motrice ed i fili elettrici. La figura dimostra la sezione normale di uua galleria col sistema Chiapuzzi, che comprende anche i casi di forti e fortissime pressioni della roccia circumambiente. Questo nuovo metodo è tanto logico e parlante di per sè in proprio favore, che è desiderabile di vederlo applicato a qualcheduna delle lunghe gallerie ferroviarie (per esempio allo Spluga), che non mancheranno certo di perforarsi, anche dopo il Sempione, perchè è sempre vero che l'appetito vien mangiando, e anche le gallerie sono come le ciliege, l'una tira l'altra.

troppo lungo qui menzionare, le quali fanno sempre temere. Certo non è il caso di parlare di forti deviazioni nella direzione, tali ad esempio, da risultarne quattro gallerie al centro in luogo di due: l'ampiezza stessa della fronte di attacco, e la sonorità della roccia, che permette di udire i colpi di mazza a venti o trenta metri di spessore, e i colpi di mina a molto maggior distanza, assicurano un incontro comechessia: ma di qui all'estrema esattezza ci corre. — Al certo nessuna penna varrà a descrivere la febbre e l'entusiasmo delle opposte squadre di minatori, quando lo scoppio della dinamite li rivelerà gli uni agli altri; allorchè si avventeranno con incredibile foga colla sonda d'acciaio, di quindici o venti metri di lunghezza, contro la parete che li divide, spinti più che dal premio, dalla gloria che s'accompagna alla squadra che per la prima forerà la barriera che separa due popoli, due nazioni! (1). — Recentemente avemmo un brillante esempio di quanto valga l'esattezza del calcolo e l'ingegno umano: nella galleria *elicoidale* di Trasquera, malgrado le acque filtranti, la decomposizione delle roccie e l'estrema mobilità del terreno che spostava i punti di livello, costringendo a ripetute e difficili prove di controllo, gli assi dei due imbocchi, l'uno in curva saliente, l'altro in curva rovescia e discendente, si incontrarono con precisione meravigliosa, costituendo una sola linea spirale di un passo di vite. Dunque... onore all'ing. BAZZARO, direttore dei lavori all'elicoidale, e.... *Sempre avanti Sempione!*

(1) Questo io scriveva nel Marzo scorso, allorchè i lavori dalla parte di Briga venivano ripresi dopo un ristagno forzato di quattro mesi in causa dell'acqua termale. Ora che i lavori al di là della galleria sono nuovamente e definitivamente interrotti e l'avanzata si compie solo da Iselle, non avremo forse più la gara fra le due squadre, ma l'incontro fra la squadra italiana e l'acqua calda accumulata all'altra avanzata. Ho detto *forse,* perchè potrebbe anche darsi che l'acqua ivi accumulata riesca a sfuggire dalle fenditure della roccia italiana, quando non vi saranno più che quaranta o cinquanta metri da perforare e rimanendo sgombro o quasi l'imbocco svizzero si riesca ancora a.... stabilire la gara.

*
* *

Un altro problema, dalla cui soluzione dipende la più o meno rapida esecuzione dei lavori e il costo dei medesimi, è la previsione delle roccie che si dovranno perforare.

Lenta, ma di sicuro effetto nel compatto e resistente gneiss granitico, la perforazione meccanica diviene rapida nei teneri calcari; irregolare e di pessimo esito negli scisti decomposti. Nel Traforo del Cenisio si perdette quasi un anno a perforare un modesto banco di durissima e vetrigna quarzite, come nel Traforo del Sempione si perdettero quattro mesi a oltrepassare *quaranta metri* di scisto calcareo molle e cedevole. È dunque necessario conoscere dapprima la natura e lo spessore degli strati che si dovranno attraversare, per stabilire il tempo e la spesa necessarii al gran lavoro. — Come si può indovinare preventivamente quali saranno le roccie che incontrerà la perforatrice ad una profondità orizzontale di dieci o quindici chilometri, e sotto una verticale di due o tremila metri? Qui è dove la scienza umana si sente meno sicura nelle proprie affermazioni.

La geologia, *scienza ancor bambina,* secondo l'espressiva frase dello Stoppani, a troppi e gravi problemi deve tenere rivolta la sua attenzione, perchè possa procedere con quella rapidità, che fu la caratteristica di altri rami dell' umano sapere. Sorella dell' astronomia che indaga le profondità dello spazio, essa scruta le profondità dei tempi, e per cotale analisi, essenzialmente induttiva, scarse ancora e malferme sono le sue basi, corta è la sua vista, immenso il numero delle cause ancora insolute. Sintesi di tutte le scienze fisiche, chimiche e naturali, nelle sue indagini procede a tentoni, passo passo, per non dare in fallo, giovandosi dei progressi di

queste. Ma la lentezza del suo procedere è ampiamente compensata dalle meravigliose notizie di che essa arricchisce il patrimonio scientifico. La geologia ci parla del mondo presente e di mondi passati; ci narra le vicende della terra in epoche da noi remotissime, delle sue molteplici evoluzioni, di esseri strani, popolanti quegli antichi mondi, ormai scomparsi dalla scena della vita; così strani e diversi dagli attuali viventi, che si direbbero favolosi, se le loro reliquie conservate in seno agli strati terrestri non li attestassero con ogni certezza. La geologia fruga pazientemente nel profondo di questi strati terrestri; osserva come si formarono, come si sovrapposero, come si drizzarono sotto l'impulso immane delle forze telluriche, come a questo impulso si incurvarono, si rovesciarono, si torsero in mille guise, costituendo le catene montuose e le sconfinate piattaforme.

Ecco come il geologo osservando gli strati raddrizzati e contorti, che spuntano esternamente sul *Profilo del Sempione,* ne nota la direzione colla bussoia, col pendolo ne calcola la pendenza, ne misura col metro lo spessore. Più esigente dell'ingegnere a cui basta il semplice profilo della montagna, il geologo insegue gli strati nell'interno della scorza terrestre e ne costruisce lo spaccato. Se molte volte i fatti successivi confermano le sue brillanti induzioni, è pur vero che non di rado, si accorge di avere errato. Interessantissima è a questo riguardo la storia geologica del Traforo del Sempione: nessuno dei precedenti trafori alpini diede luogo a tante discussioni, a tante previsioni, così diverse l'una dall'altra, e dalla realtà manifestatasi nello scavo della galleria!

Ma io mi ricordo in buon punto che la mia dovrebbe essere una piana e dilettevole Conferenza, più che una pesante discussione scientifica sugli strati che formano il Sempione: non potendo pertanto evitare del tutto lo scoglio geologico, cercherò di essere il più possibile facile e breve.

Ho già detto che l'idea di riunire la Svizzera ed il Piemonte con una grande linea ferroviaria attraverso il Sempione è molto antica: essa infatti nacque verso la metà del secolo scorso, poichè sino dal 1857 fu presentato il primo progetto Venetz e Clo di una galleria di 12200 metri, all'altezza di 1200 sul livello del mare e del costo di 73.800.000 franchi; adunque prima ancora che si iniziasse il Traforo del Cenisio, primogenito dei trafori alpini (1). È naturale pertanto che l'attenzione dei geologi fosse fin da quel tempo rivolta allo studio delle

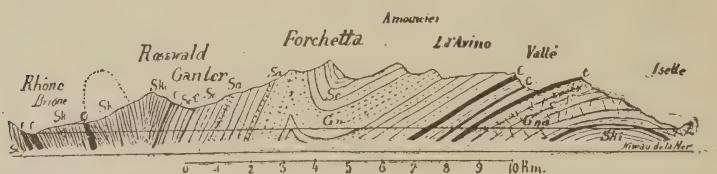
(1) Credo di far cosa grata al lettore presentandogli nella seguente Tavola la serie dei principali progetti relativi al Sempione, che tolgo da uno studio del Sig. E. Mola, segretario del Comitato Italiano per la ferrovia del Sempione:

**Elenco dei principali progetti di ferrovia attraverso il Sempione.**

| AUTORE | Data | Lunghezza del tunnel in metri | Altezza massima | Preventivo in franchi |
|---|---|---|---|---|
| Venetz e Clo . . . . . . | 1857 | 12.200 | 1200 | 73.800.000 |
| Flachat 1.° progetto . . . | 1860 | — | 2010 | 20.000.000 |
| » 2.° » . . . | » | 2.940 | 1759 | — |
| » 3.° » . . . | » | 7.800 | 1509 | — |
| Vauthier . . . . . . | 1860 | 18.220 | 800 | — |
| Jaquemin 1.° progetto . . | 1862 | 11.000 | 1399 | 51.400.000 |
| » 2.° » . . | 1863 | 12.900 | 1215 | 58.200.000 |
| » 3.° » . . | » | 12.000 | 1148 | 51.600.000 |
| Thouvenot . . . . . . | » | 4.000 | 1700 | 50.000.000 |
| Thony Fontaney . . . . | » | 16.000 | — | 72.300.000 |
| De Mendésir e Léhaire . | » | 4.653 | 1732 | 72.000.000 |
| Lommel . . . . . . . | 1864 | 17.500 | 740 | — |
| De Stockalper . . . . . | 1869 | 16.150 | 793 | 77.400.000 |
| Favre e Clo . . . . . | 1875 | 19.850 | 650 | 82.300.000 |
| Comp. del Semp. (Lommel) | 1878 | 18.507 | 729 | — |
| Compagnia S.-O.-S. (Meyer) | 1882 | 19.795 | 708 | 100.000.000 |
| Col. Di Bange . . . . | 1886 | 8 400 | 1500 | 43.000.000 |
| Fell 1.° progetto . . . . | » | — | 2010 | 40.000.000 |
| » 2.° » . . . . | » | 10.000 | 1200 | 16.000.000 |
| Agudio 1.° progetto . . . | » | 6.050 | 1667 | 20.000.000 |
| » 2.° » . . . | » | 4.000 | 1877 | 53.000.000 |
| S.-O.-S. (Meyer) . . . . | » | 16.070 | 830 | 62 000.000 |
| Masson e Chapuis . . . | 1891 | 8.500 | 1450 | 40.000.000 |
| Compagnia G.-S. . . . . | 1893 | 19.731 | 705 | 70.000.000 |

roccie che compongono la grande barriera separante il bacino del Rodano da quello della Toce. È da notare tuttavia, per inciso, che la maggior parte di questi studii furono eseguiti dagli Svizzeri, e che noi Italiani dobbiamo ancor adesso lamentare la mancanza di una Carta geologica ufficiale dell'Ossola, come del resto di tante altre regioni italiane, in favor della quale il nostro Stoppani combattè ad oltranza colla voce e cogli scritti; Carta geologica a cui solo adesso si dà opera dal Comitato geologico italiano, per le buone insistenze del prof. Taramelli, e che si spera di veder pubblicata per l'epoca della grande inaugurazione.

La molteplice varietà delle roccie che si incontrano nel gruppo del Sempione, possiamo ridurle ad alcuni tipi principali, comprendenti alla lor volta una svariatissima serie di forme, sfumanti gradatamente l'una nell'altra. I tipi principali sono *gneiss*, calcari e scisti diversissimi. Il durissimo *gneiss d'Antigorio*, simile al granito, inizia la serie dall'imbocco italiano. Seguono i calcari, composti di marmi diversi, a cui si associano gessi, dolomiti, e carniole; viene poscia la lunghissima serie degli scisti, che io vi risparmio per non tediarvi, a cui tiene dietro, nel cuore del traforo, un altro gneiss, più laminato e molto scistoso, che dalla suprema vetta che gli sta sopra, prende il nome di *gneiss di Monte Leone*, i cui strati sono frequentemente divisi da intercalazioni degli scisti precedenti, che finalmente sotto il villaggio di Berisal ripigliano di nuovo il sopravvento, e in compagnia di frequenti banchi di calcare e di gesso, giungono sino all'imbocco svizzero. È un piatto un po' pesante, lo comprendo, per molti miei gentili uditori, massime somministrato così alla svelta come una medicina amara; ma è necessario per comprendere il rapidissimo sunto, con cui proseguo e chiudo questa questione, che per la scienza è di somma importanza. — Parecchi geologi e illustri professori, Heim, Lory, Renevier,

Taramelli (1), e tra essi anche il prof. Schardt, che presentò il cosidetto *profilo geologico ufficiale*, accettato dalla Compagnia del Sempione come base per la stipulazione del contratto (2), avevano dapprima supposto che il gneiss d'Antigorio, formasse come una gran vôlta per entro la montagna, spingentesi fino a sei chilometri dall'imbocco meridionale; ad

Profilo geologico del Sempione
secondo il progetto ufficiale del 1890-93 (3).

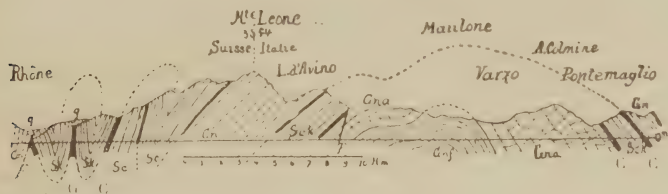
*Sk.* scisti lucidi — *C.* calcare, marmo, dolomite, gesso, ecc. (Trias) — *Sc.* scisti cristallini — *Sa.* scisti anfibolici — *Gn.* gneiss — *Gna.* gneiss d'Antigorio.

essa dovevano seguire i calcari, addossati a questa vôlta a guisa di rivestitura, e poi via via gli scisti e gli altri gneiss. Si supponeva cioè che la montagna fosse formata da una semplice sovrapposizione di strati, ricoprentisi gli uni gli altri e tutti incurvati sul grande cupolone di gneiss granitico. Solo dal lato svizzero si supponeva una piega a conca degli scisti, verticali nel mezzo, e volgentesi gradatamente a Nord

(1) Renevier E., *Structure géologique du Massif du Simplon à propos du tunnel projeté,* Lausanne, 1878. — Renevier E., *Etude géologique sur le nouveau projet de tunnel condé, traversant le massif du Simplon,* Lausanne, mai 1883. (Extrait du *Bull. de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles,* vol. XIX, N. 89).

(2) J. Dumur, *Traversée du Simplon. Rapport sur les études 1890-91.* Berne, impr. Stämpfli et C., 1891; *Simplon-Tunnel. Projekt 1893.* Berne, Buchdrucherei Gebhardt, Rösch Schatzmann.

(3) Tolgo questo e i seguenti profili geologici e il profilo grande a colori dallo studio del Dott. H. Schardt: *Note sur le profil geologique et la tectonique du Massif du Simplon, suivi d'un rapport supplémentaire sur les venues d'eau rencontrées dans le Tunnel du Simplon, du coté d'Iselle.* Lausanne, Impr. Corbaz e C., 1903.

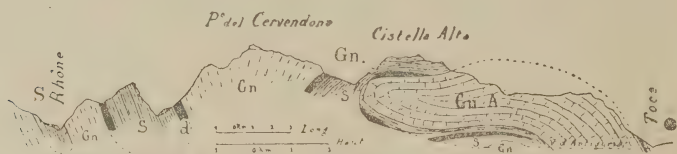
e a Sud, come le stecche di un grande ventaglio spiegato. Anche il mio carissimo amico ing. Stefano Traverso, autore di un bel volume sulla *Geologia dell'Ossola*, supponeva press'a poco la medesima disposizione degli strati, con la variante all'imbocco Nord, di una triplice piega negli scisti, quasi tre ventagli semi-aperti l'uno dopo l'altro (1).

Profilo geologico attraverso il gruppo del Sempione secondo Traverso (1895).

*Sk.* scisti lucidi (o di Casanna) — *g.* gesso — *C.* calcare — *Sc.* micascisti - *Gn.* gneiss scistoso — *Sck.* calcescisti gneissici — *Gna.* gneiss d'Antigorio — *Gnf.* gneiss fogliettato — *F.* faglia o salto.

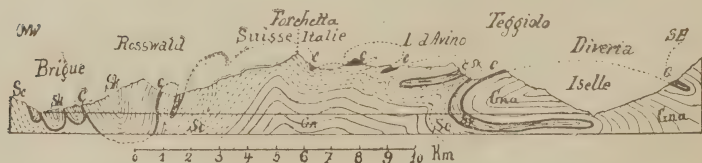
La perforazione dimostrò un assetto stratigrafico ben diverso dall'ideato. Il gneiss d'Antigorio non forma già, coi suoi strati, una gran vôlta, ma essi sono ripiegati come i fogli di un enorme volume col dorso verso il centro del gruppo montuoso. Ne conseguì che la roccia disparve due chilometri prima del supposto, e di altrettanto apparvero prima i calcari con le acque inondanti e gli scisti colle loro pressioni, e fu nel medesimo tempo fortuna e disgrazia per l'Impresa Brandau (2). Eppure sino dal 1865 un valente geologo svizzero, il Gerlach, aveva preveduta la cosa. Tra i profili che accompagnano la sua carta geologica del Vallese, ve n'ha uno che taglia il gruppo del Sempione, ove gli strati di gneiss d'An-

(1) Stefano Traverso, *Geologia dell'Ossola*. Con 11 tavole ed una carta geologica. Genova, tip. Ciminago, 1895.

(2) *Fortuna* per la scomparsa dianzi il tempo previsto di una roccia durissima alla perforazione, e *disgrazia* per la strabocchevole quantità delle acque che accompagnarono l'apparire del calcare.

tigorio sono appunto ripiegati a libro nel modo anzidetto, ossia con quella speciale disposizione che i geologi chiamano *strati a C.* (1). È veramente meravigliosa la chiaroveggenza del Gerlach, che fu realmente colui che più addentro di ogni

Profilo geologico
presso il gruppo del Sempione secondo Gerlach (1865).
*Sc.* scisti metamorfici — *d.* roccie triasiche — *Gn.* gneiss
*Gn A.* Gneiss d'Antigorio.

altro penetrò nel dedalo stratigrafico del Vallese e del Sempione, la cui intricata costituzione si sarebbe al certo chiarita assai prima, se troppo presto egli non fosse stato tolto alla scienza da luttuosa catastrofe alpina, avvenuta nel 1871.

Anche nel profilo del prof. Schmidt dell'Università di Basilea, è notata questa disposizione a *C* nel gneiss granitoide,

Profilo geologico
lungo l'asse del Traforo del Sempione secondo Schmidt (1901).
*Sk.* scisti lucidi (Giura) — *d.* calcare dolomitico, anidrite, ecc. (Trias)
*Sc.* scisti micacei e gneiss superiori — *Gn.* gneiss inferiori — *Gna.* gneiss d'Antigorio.

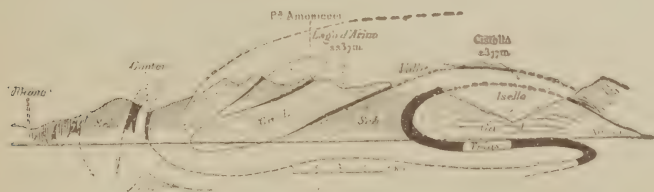
ma egli errò profondamente nel supporre la ripetizione di una roccia analoga, lungo l'asse del Traforo del 6.° chilo-

(1) Gerlach H., *Die Penninischen Alpen*, 1869.

metro al 13.°, misurando dall'imbocco Sud (1). Omai non mancano che poche centinaia di metri all'incontro, ma l'uniformità di questa roccia centrale, simile al gneiss d'Antigorio, più non riapparve. La struttura del Sempione creduta molto semplice da principio, si addimostrò mano mano più complicata.

Parecchi altri profili ed autori emeriti potrei e vorrei ancora ricordare, che presero parte all'ardua questione, ma

> Io non posso ritrar di tutti appieno,
> Perocchè si mi caccia il lungo tema
> Chè molte volte al fatto il dir vien meno (2).

Menzionerò tuttavia ancora il dott. Lugeon, professore a Losanna, il quale nel suo spaccato geologico, presentato nel 1901 (3), moltiplica le pieghe degli strati, come le curve che

Profilo geologico
attraverso l'asse del Traforo del Sempione secondo Lugeon (1901).
*Sch.* scisti lucidi — *Gn. L.* gneiss del M. Leone — *Gn. A.* gneiss d'Antigorio.

si ripetono e si inseguono nel volante di una tendina, e chiuderò finalmente la serie col dott. Schardt, geologo ufficiale del

(1) C. Schmidt, *Géologie du Simplon.* Bibliothèque universelle. Arch. vol. XXXIV, 1895. - *Ueber die neue geologische Uebersichtskarte der Schweiz* 1 : 500000. Zurich, 1894. — *Bemerkungen zum Entwurf eines geologischen Profiles durch den Simplon in der Richtung der Tunnelaxe*, 1901-02.

(2) *Inf.*, C. IV, 145.

(3) M. Lugeon. *Les grandes nappes de recouvrement.* Bull. de la Soc. géol. de France, 1901, pag. 815. — *Coupe géologique du massif du Simplon.* Compt. Rend. Acad. Sc., Paris, 24 marzo 1902.

Sempione, il quale pure più volte dovette mutare le sue idee dinnanzi alle mirabili sorprese della galleria (1), i cui strati potè seguire e segue ancora passo passo con ogni minuzia, e che ci diede or non è molto (2), un nuovo spaccato, riunendo le curve attestate al di fuori dal profilo con quelle mostrate dentro dalla galleria. Come si vede dallo spaccato (3), le pieghe dei gneiss (rossastri) e degli scisti (azzurrini), sono divenute più numerose e più complicate: gli strati si presentano ripetuti ed incurvati come nelle finissime pieghettature di un pizzo. Sarà questa l' ultima parola sulla struttura del Sempione? Gli ultimi metri che ancora rimangono, non riservano qualche altra sorpresa, per l'opera voluminosa e definitiva che sull'argomento prepara il dott. SCHARDT? La cosa è tutt'altro che improbabile, ma intanto pensiamo: dal ventaglio al volante, dal volante al pizzo; con ragione il prof. TARAMELLI esclama, che sotto l'apparenza di una semplice vôlta si nasconde una delle più meravigliose pieghe delle Alpi (4).

(1) H. SCHARDT. *Le gneiss d'Antigorio.* C. R. Soc. helvet. Sc. Nat., Lausanne. « Arch. Sc. phys. et nat., Genève », t. XXX, novembr. 1893. — Id., *Profil du Simplon,* « Livret guide géologique de la Suisse », 1894, p. 190-193.

(2) V. *Note sur le profil,* ecc. dianzi citato.

(3) Vedi la Tavola a colori *Profilo geologico del Sempione secondo il dottor H. Schardt.*

(4) Vedi TORQUATO TARAMELLI, *Alcune osservazioni stratigrafiche nei dintorni di Varzo.* Estr. dai « Rendiconti del R. Ist. Lomb. di Sc. e lett. », Serie II, Vol. XXXV, 1902. — Anche in questa nota il prof. TARAMELLI insiste sulla necessità assoluta della *Carta geologica italiana,* e non stimo inutile, in questi tempi di straordinarie e strane economie governative, riportarne le belle parole di chiusa. — « I fatti dimostrano che una carta geologica inesatta è più dannosa che la mancanza di qualsiasi carta, ma è altrettanto vero che una buona carta, anche nella modesta scala di 1 : 100000, nella quale scala si è cominciato a pubblicare la nostra del regno, può servire sufficientemente, così per le indagini scientifiche come per le applicazioni all'agricoltura, all'edilizia e alle industrie estrattive. La carta delle Alpi occidentali, pressochè ultimata, giace inedita, per economia, all'Ufficio geologico, pel quale si sono sempre più falcidiati gli stanziamenti nel bilancio; il rilievo delle provincie lombarde e venete non fu per anco incominciato. Ora, non pare ai reggitori della cosa pubblica che, poichè una legge ha ordinato tanti anni fa la carta geologica d'Italia, si potrebbe anche

Ricordando una sì svariata collezione di profili per la stessa montagna, non crediamoci autorizzati, o signori, a proclamare la bancarotta della scienza, come prontamente sogliono proclamarla i gufi, timorosi della luce, ad ogni idea che si deve correggere. Pensiamo piuttosto alle multiformi difficoltà che si oppongono alla geologia in questo campo, alla singolare complicazione del caso presente, e alla poca esperienza che i fatti sinora le presentarono per assicurarsi nelle sue affermazioni. Le dispute dei geologi sugli strati del Sempione, ci appariranno allora molto analoghe a quelle dei fisici sul principio del secolo scorso, a quelle controversie tra Volta e Galvani sulla rana scorticata, che parvero ridicole

pensare a compierla ed a pubblicarla al più presto? Che poi, tra mezzo secolo se ne abbia a pubblicare un'altra migliore, è altrettanto desiderabile quanto probabile; purchè non prevalga allora qualche altro sistema di illustrazioni locali, eseguite da varî punti di vista e per scopi differenti. — Per quanto riguarda la regione del Sempione, io credo che sarebbe onorevole per l'Italia, almeno quanto il possedere una batteria od una torpediniera di più, l'averne pubblicata la Carta geologica per quando sarà compiuta la grande galleria; anche per prevenire che ancora una volta la geologia di una regione italiana si compia, o sembri compiuta, da geologi stranieri. Il personale dell'Ufficio geologico si è dimostrato eccellente, in particolare pei lavori stratigrafici di catene complicatissime, come ad esempio, le Alpi apuane, le Cozie e le Graie; quindi abbiamo pieno affidamento che con una spesa relativamente mite, si possa compiere e pubblicare entro pochi anni la Carta geologica delle Alpi occidentali sino al Verbano.

« Poichè vi è un servizio governativo apposito per la carta geologica, il Paese ha diritto di esigere che esso proceda con la maggiore sollecitudine possibile per raggiungere gli scopi, pei quali questa opera venne decretata. Evidentemente tale risultato non si può ottenere riducendo a poco più di un terzo il bilancio di questo Ufficio geologico ».

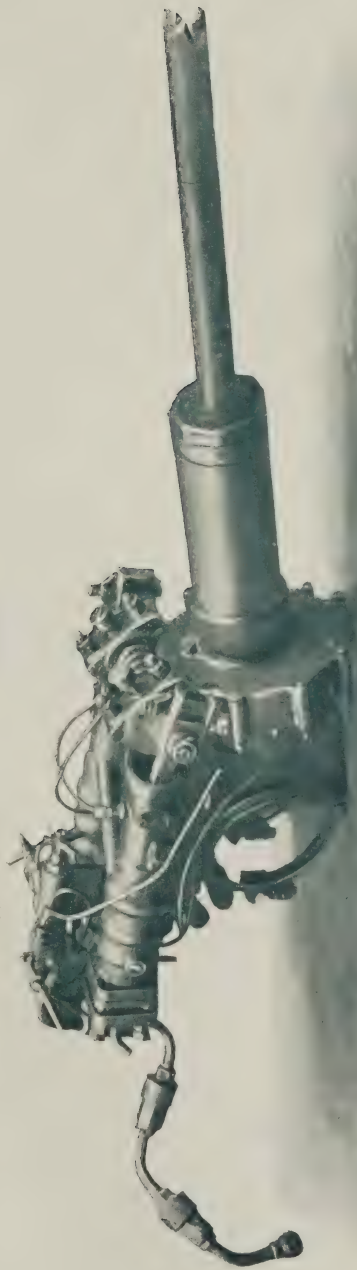
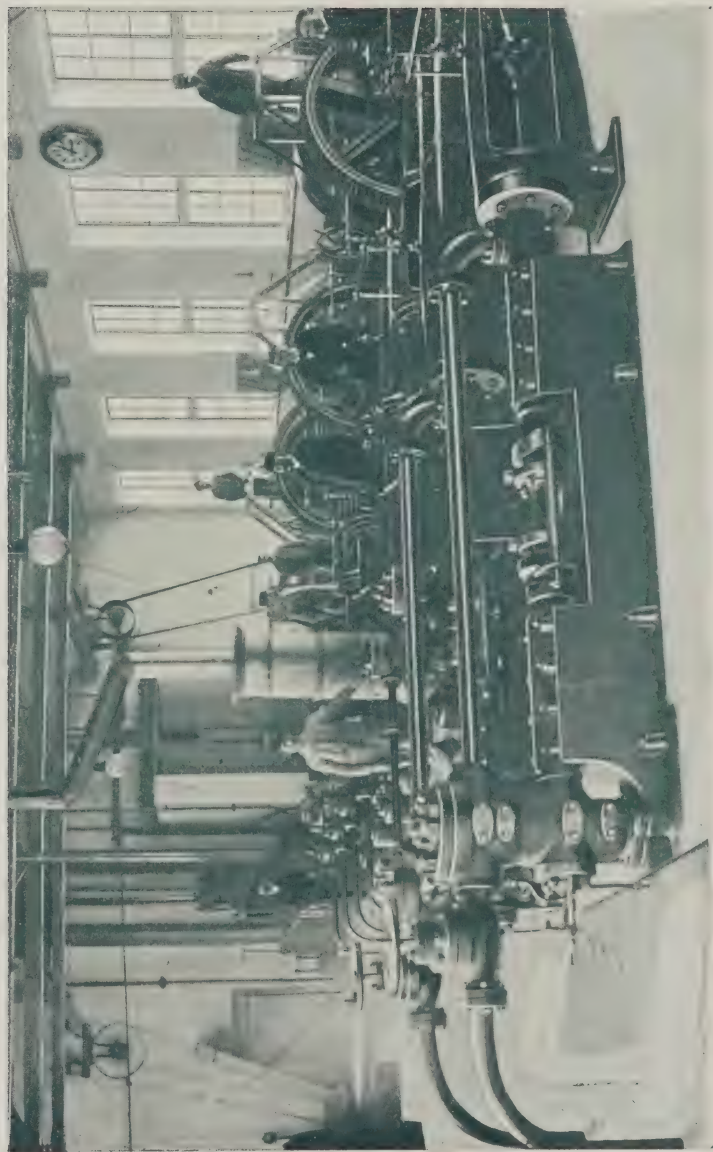
Attualmente da più di due anni l'illustre ing. Augusto Stella, dell'Ufficio geologico, attende al rilievo geologico delle Valli Ossolane ed è sperabile che presto sarà realizzato il desiderio di tanti anni, almeno per questa estrema ed interessantissima regione italiana. Intanto lo Stella ha già pubblicato due memorie in proposito, che qui ricorderò per completare quel che riguarda la Bibliografia geologica del Sempione: Ing. A. Stella, *Rilevamento geologico dell'Ossola* (Estratto dalla Relaz. Uff. della Direz. del servizio geologico per l'anno 1902), Roma, 1903. — Id. *Sulla geologia della regione ossolana contigua al Sempione*, Roma, marzo 1904.

alle menti superficiali. Da quelle dispute uscì la *Pila*, origine prima dell' attuale progresso scientifico ed industriale; da queste usciranno certo nuovi lumi scientifici sulla costituzione del Pianeta che abitiamo, nuove cognizioni per l'agraria, per le miniere, per le future gallerie. L'esperienza del passato sarà maestra all'avvenire.

***

Se l' ingegno umano patì qualche sconfitta nella previsione geologica delle roccie, riuscì finora, e riuscirà, non temiamo, pienamente vittorioso nella perforazione delle medesime. Qui è dove maggiormente si esplica la lotta fra l' uomo e la natura.

Nella *direzione* dell'asse e nella *previsione* delle roccie abbiamo i generali che preparano i piani della battaglia, nella *perforazione* la battaglia si accende con impeto irresistibile e con indomito coraggio: gli ufficiali e la massa delle truppe scendono in campo, gli ingegneri e la massa operaia si avventano contro il monte. — E, purtroppo, anche in questo come nell' altro campo, morti e feriti, a cui lacrime e fiori ed un pensiero pietoso. — Nella battaglia che fa miserando strazio di due popoli « *l'un contro l'altro armati* » tuona il cannone; nella battaglia contro il Sempione romba la dinamite, urla e sibila la *perforatrice.* — Vediamo, Signori, un po' da vicino quest'arma poderosa con la quale il minatore si avanza gagliardo e sicuro in seno alle roccie più vetrigne.

La perforatrice del Sempione è quella inventata dall' ing. Brandt ed agisce sotto la spinta dell'acqua, compressa a cento e più atmosfere. Si compone di due piccoli ma robusti stantuffi di bronzo, che convertono il loro rapidissimo movi-

Perforatrice Brandt isolata.

Salone delle pompe e dei compressori (Iselle).

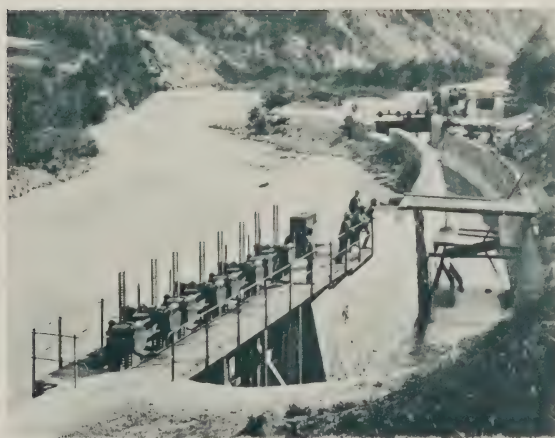
mento rettilineo di va e vieni, in quello circolare di una vite perpetua. Questa si ingrana con una ruota dentata assai più grande, nella quale per conseguenza si diminuisce il moto rotatorio, che per mezzo di un asse è direttamente trasmesso al fioretto d' acciaio che trapana la roccia. Il fioretto è cilindrico, vuoto all' interno, e munito di tre punte ben temprate. La sua aderenza contro la roccia è assicurata dalla stessa pressione dell'acqua; a tal uopo il fioretto è avvitato su un cilindro cavo d'ottone, contenuto esattamente a guisa di stantuffo in un altro cilindro esterno; mano mano che il fioretto rotante stritola la roccia coi suoi denti, l'acqua compressa lo spinge sempre avanti in modo da mantenergli una fortissima aderenza. L'aderenza è tanta, che nelle officine, ove le perforatrici si provano contro grossi blocchi rocciosi di parecchi metri cubi, questi al contatto del fioretto si vedono sollevarsi come leggeri pesi, indietreggiare contro il muro che li trattiene, per applicarvisi tenacemente. L'acqua, dopo avere agito negli stantuffi, sfugge dal vuoto interno dei fioretti, ed oltre a mantenerne fresche le punte, serve ancora ad asportare dal foro i detriti della perforazione. In galleria la perforatrice trova il suo punto d' appoggio sopra un robusto trave di acciaio, che si incastra fortemente nei due fianchi del cunicolo. Il trave di ferro può così dare appoggio a tre o quattro di siffatte perforatrici, che vi si fissano mediante anelli di bronzo. Esso è munito posteriormente di un lungo affusto il cui peso fa equilibrio a quello delle macchine: il tutto è posto su un carrello di ferro che al bisogno rapidamente avanza e indietreggia sul binario del cunicolo. Ogni perforatrice rimane indipendente dalle altre, e mediante apposite viti si può volgere in qualunque direzione, per far lavorare il fioretto in alto, in basso, a destra e a sinistra con qualunque inclinazione.

Quando tutte le perforatrici di un affusto lavorano nello

stesso tempo, ne nasce un così intenso stridore che è vano ogni tentativo di farsi udire. — Mi ricordo di una volta che rimasi seduto per più di mezz' ora sull' affusto portante tre perforatrici in azione, estatico dinnanzi a cotanta intensità di lavoro. L' ingegnere che mi accompagnava, accostava ogni tanto la sua bocca al mio orecchio per darmi qualche spiegazione; ma per quanto gridasse, mi sfuggivano tre parole su quattro! — Il linguaggio dei minatori è allora un misto di gesti e di urli monosillabici, ai quali la pratica li ha avvezzati così bene, che si intendono a meraviglia.

Non è a stupire che le perforatrici, costrette a sì diuturno e pressante lavoro, si deteriorino rapidamente; donde la necessità di continue riparazioni e di macchine di ricambio. Ed ecco una apposita officina, ove una compagnia di meccanici limano, torniscono, piallano, battono e ribattono il ferro e l' ottone, e fabbricano viti, ingranaggi, manovelle, dadi, bolloni, valvole e tutto l' occorrente per aggiustare e rimettere a nuovo la meccanica di una perforatrice. — Ma le perforatrici non lavorano se non animate dall'acqua compressa. Ed ecco l'imponente e magnifico salone delle pompe e dei compressori d'acqua a cento atmosfere, ove il rombo grave e solenne dei volanti e delle turbine domina come la nota profonda ed insistente d' una pastorale sul ritmico sbuffare degli stantuffi. — È veramente mirabile lo spettacolo dei compressori nella loro precisione ed eleganza di movimenti! Le massiccie manovelle delle turbine sollevano come piume le pesanti bielle di acciaio terso e brunito come argento; i regolatori del movimento slittano come lampi sulle loro guide di bronzo lindo e pulito: si direbbe che vanno ad infrangersi sull' opposta parete di acciaio; ma no, si arrestano di botto nella loro corsa sfrenata, e lampeggiando di nuovo tornano indietro con pari velocità, docili ed ubbidienti al richiamo delle manovelle, che compiono l' altro mezzo giro. Ad ogni

Presa d'acqua dalla Diveria.

Di proprietà della Ditta CALZOLARI e FERRARIO — Milano.

Presa d'acqua dal Rodano.

Triplice ponte in ferro sulla Diveria.
Di proprietà della Ditta CALZOLARI e FERRARIO — Milano.

Tubazione in ghisa e ferro.

ritorno l'acqua, previamente filtrata e purissima (1), viene aspirata dallo stantuffo, che nell'andata la comprime gagliardamente nei tubi di ferro. Gli aghi dei manometri tremano ed oscillano fra 90, 100 e 110 atmosfere ad ogni colpo di stantuffo, mentre l'immane valvola carica di zavorra metallica e pietrosa, che occupa tutta una parete della sala, si solleva o si abbassa regolando opportunamente la pressione. Un lunghissimo e resistente tubo di ferro corre dall'officina sino all'avanzata della galleria, lungo le pareti del *tunnel* di servizio e porta alle perforatrici l'energia motrice.

La immaginate voi, gentili Signori, l'acqua compressa a **cento atmosfere?** Vuol dire che se facessimo un foro in quel lungo tubo, ove corre all'aperto, l'acqua zampillerebbe, tolta la resistenza dell'aria, ad un'altezza di mille metri! Vuol dire che se applicassimo al tubo una bocca d'incendio, l'acqua arriverebbe ad una Madonnina posta sopra nove duomi di Milano l'uno sull'altro! Un getto d'acqua così compressa è come una solida verga, che bucherebbe la mano imprudente che le si volesse opporre!

Le turbine danno vita ai compressori e i compressori alle perforatrici; e donde la vita alle turbine? Dal *Rodano* in Svizzera, dalla *Diveria* in Italia. L'acqua raccolta dalle dighe, si incanala nelle interminabili condutture di cemento armato, di ghisa e di ferro. La Diveria incanalata proprio là, nell'orrida gola del confine, ove una colonna di granito porta scritto il dolce nome d'ITALIA, entra in una enorme tubazione prima di ghisa e poi di ferro laminato, la quale, come

(1) L'acqua che deve servire alle perforatrici vien filtrata con somma cura, affine di ridurre al minimo il consumo degli stantuffi. Essa è derivata appositamente dal torrente Rovale presso Iselle, e giunta al cantiere entra in un grandioso filtro di sabbia fina e lavata. Ma per quanto filtrata l'acqua contiene ancora sempre delle numerose particelle silicee, che, smerigliando rapidamente le parti metalliche in movimento, ne deteriorano presto il meccanismo.

smisurato serpente, di cui non si vede nè capo nè coda, si sotterra nella via, corre lungo i precipizii, sorvola gli abissi, valica il torrente, si insinua in proprie gallerie, finchè precipitandosi dalla china della montagna, giunge al cantiere dopo un percorso di quasi 4000 metri, e un dislivello di 170 metri, recando seco una forza di 2200 cavalli idraulici (1). Questa prima forza motrice anima tutto il cantiere: compressori d'aria e d'acqua, ventilatori, tornii, trapani, magli, segherie, trituratori per la sabbia, tutti attingono dal grande serpente di ferro l'energia che a ciascuno abbisogna.

* * *

*Il cantiere!*... magica parola, sinonimo di vita, di operosità, di progresso, di ricchezza! Esso si distende davanti ai tre imbocchi del traforo, e si prolunga lungo la nuova ferrovia di accesso, sulle due rive della Diveria, unite dal triplice ponte in ferro, che serve pei pedoni, per i treni di servizio e pel serpente di ferro. Il cantiere comprende una svariata moltitudine di edifizii: il grande palazzo dell'impresa, la lunga galleria vetrata delle officine meccaniche, le tettoie dei carpentieri e dei segantini, l'ufficio della Giura-Sempione, la stazione per gli operai, i bagni degli operai e degli ingegneri, l'edificio dei ventilatori, l'ufficio di dogana, la stazione telefonica, l'ufficio sanitario, l'albergo degli ingegneri, il gran camino delle macchine a vapore, pronte al lavoro in casi di mancanza d'acqua, il camino della lavanderia a vapore, e una

(1) La forza effettiva della condotta d'acqua secondo la concessione governativa è di 2200 HP; però la tubazione non ha mai lavorato a pieno carico, ma solamente sotto la caduta di circa 130 metri, con che la forza effettiva disponibile si riduce a 1600 HP.

Colonia di Nante
(Ospedale, case operaie e case degli ingegneri).

Di proprietà della Ditta CALZOLARI e FERRARIO — Milano.

Veduta generale dei cantieri di Iselle.

Di proprietà della Ditta CALZOLARI e FERRARIO — Milano.

La caldaia di 23 tonnellate tirata da 32 cavalli
sul ponte del Bogna.

La caldaia arenata sulla strada del Sempione.

pleiade di altre costruzioni minori, disseminate per ogni dove (1). Dominano il cantiere quinci e quindi alle falde dei monti che serrano la vallata, il gran terrapieno della Mediterranea, a sinistra della Diveria, sul quale sorge la stazione di Iselle, e a destra il terrapieno della *discarica*, formato dai

(1) Le caldaie a vapore del cantiere di Iselle sono tre, due da 80 cavalli l'una, la terza da 60 cavalli. Complessivamente adunque non rappresentano che 220 HP (nominali) ossia soltanto un decimo della forza idraulica somministrata dalla Diveria. Per fortuna dell'Impresa poche volte si dovettero mettere in esercizio per mancanza d'acqua; chè in tal caso si deve ridurre di molto la potenzialità dei lavori. Il trasporto di queste macchine da Domodossola a Iselle fu un vero avvenimento per la valle ossolana. Si dovette usare uno speciale carro mastodontico, un carro *monstre* dalle ruote larghissime e del peso di cinque tonnellate. Per ricordarlo, riporterò qui un brano di un mio articoletto sui lavori, apparso sul *Bene di Natale* del 1898:

« La prima caldaia pesava *tredici tonnellate* e per giungere a Iselle impiegò *quattro giorni!* Venticinque buoi aggiogati a paia ed a quadriglie, dopo un ora di urli, di minaccie, di sferzate, di spuntoni, dopo avere spezzato più volte le catene di ferro, sono riusciti a smuoverla; in seguito cambiato l'ordine ed eliminati i quadrupedi riottosi che si facevano trascinare invece di tirare, l'hanno condotta lemme lemme fino alla salita di Crevola, seguiti e preceduti da un mare di spettatori, fra le grida e le imprecazioni dei boari: quando tutto andava bene, pareva un trionfo; se andava male era il finimondo! Ma i buoi non furono capaci di andar oltre e superare la rapida salita: dopo un giorno di inutili tentativi si dovettero sostituire i cavalli, che coll'aiuto degli argani giunsero all'officina di Iselle. La seconda caldaia, benchè pesasse ventitrè tonnellate, compreso il carro mastodonte, ebbe un viaggio meno fortunoso e.... più rapido; un giorno di meno! Trentadue cavalli, in tre file doppie, di cui la mediana assai più lunga, uscirono maestosamente e al piccolo trotto dal recinto della stazione, traversarono con una stupenda curva l'ampio piazzale, per infilare il viale della stazione. Che magnifico treno! Quel macchinone barcollante, benchè stretto al carro da catene di ferro, sembrava felice di andare in montagna; diede una testata in una lampada elettrica, infondendole il ballo di S. Vito, e via allegramente sino al ponte di legno sulla Bogna. Il ponte è stato puntellato, il corteo dei quadrupedi è già alla quarta travata, ancora pochi metri e le travi cigoleranno sotto l'immane pondo, la folla si stipa nel letto semiasciutto del torrente per osservare le curve e gli spacchi ed anche la catastrofe.... se dovesse avvenire;.... perchè la lunga sfilata si ferma all'improvviso e più non s'incammina? La strada ha ceduto, le ruote benchè larghissime, vi hanno inciso un solco sempre più profondo, e si teme la rovina del muro di sostegno! Ci vorranno parecchie ore a sollevare la macchina coi *crick*, si staccano i cavalli e si va a pranzo.... perchè è mezzogiorno. Il giorno dopo la caldaia è alla galleria di S. Giovanni.... e non può passare perchè le

milioni di metri cubi di detrito che sinora uscirono dalle viscere del Sempione.

Allorchè, nell'alto silenzio della notte tempestata di stelle, che suscitano fugaci e strani bagliori sulle nevi e sui ghiacci ricoprenti le rupi severe, il viaggiatore oltrepassa la strettissima forra di Iselle, in cui la strada napoleonica e la Diveria si contendono l'angusto passo, l'una in una breve ma severa ed orrida galleria, che sovrasta a picco la tortuosa e profonda gola che l'altra scavò nel corso dei secoli, lo spettacolo dell'immenso cantiere, vivamente illuminato dai fari elettrici disseminati per ogni dove, che proiettano i fasci bianco-azzurrini sul dedalo dei binarii, sui tetti delle case, sulle acque scorrenti, sui treni manovranti, lo ferma di botto sulla via, rapito dalla grandiosità della visione. La visione diviene magica e fantasmagorica, se osservata dal ciglio delle altissime rupi che incoronano la sede dei lavori: allora la fantasia corre sfrenata ad immagini lontane e stravaganti; ai crateri delle miniere diamantifere del Transvaal, all'*Inferno* di Dante, ad una scena delle *Mille e una notte,....*

* * *

Alle due estremità più lontane del cantiere, a Iselle e a Balmalonesca, si addensa la massa dei lavoratori, che ivi trascorre le sue ore di libertà e di riposo, e con essi la vi-

roccie della volta l'impediscono. Bisogna spuntonarla e scavare nel suolo della galleria due solchi di mezzo metro perchè il carro si abbassi e si possa dare il segnale di *via libera!* — La terza macchina, pari alla seconda, arrivò ad Iselle senza incidenti, perchè *experientia docet*, e senza folla di curiosi, perchè a tutto ci si abitua, anche al passaggio delle caldaie a vapore a tiro di trenta ».

Strada del Sempione alla galleria di Iselle.

Balmalonesca nel 1898.

Balmalonesca nel 1900.

vace schiera delle mogli, la garrula falange dei bambini e quell'altro nomade e variopinto popolo di esercenti che vive onestamente o disonestamente del guadagno degli operai, fornendo loro i mezzi per campare la vita, e, purtroppo, anche i veleni alcoolici ed altre fonti di abbrutimento, contro cui il buon popolo nostro non sarà mai messo in guardia abbastanza.

*Balmalonesca !* . . . . Curioso nome e curioso paese ! Sei anni fa non ne esisteva traccia; ora su uno spazio di mezzo chilometro quadrato si pigia una popolazione di cinque o seimila anime; e fra qualche anno del paese non rimarrà che il nome e la solitaria chiesetta. Là, dove prima non si udiva che il sibilo della tormenta e lo scrosciare della Diveria, alla base di altissime rupi, ove, unico simbolo di vita, sorgeva il massiccio e centenario rifugio napoleonico, costruito a prova di valanga, sorsero nel 1898 le prime baracche di legno, leggere e sottili, per raccoglervi i primi accorsi al ciclopico lavoro. In breve le case germogliarono come funghi lungo la via, si serrarono le une contro le altre, sostenendosi a vicenda, rinforzandosi con una seconda fila, quasi antemurale, per meglio resistere all'aspro clima settentrionale ed all'imperversare della bufera. Colà, sono rappresentate tutte le provincie d'Italia, con tutti i dialetti, con tutte le sfumature della nostra lingua. Sulla lunghezza di circa un chilometro si osservano tutti i costumi della penisola. Le insegne multicolori li rivelano a prima vista: *Cantina canavese, sartoria lombarda, calzoleria veneta, fiaschetteria toscana, osteria napoletana, cantinone delle Puglie* con l'inevitabile Trani e Barletta! Frammezzo alle baracche malsicure e alle casette pencolanti, il vecchio rifugio è diventato una vera fortezza, e per le robuste muraglie che lo compongono, e per la milizia che ne prese possesso, a sicurtà del luogo.

Nè qui, come a Bertonio, altro paesello improvvisato presso il cantiere della galleria elicoidale, manca quell'arte che è quasi innata in ogni italiano. È un'arte primitiva, rudimentale, che fa tosto pensare al desiderio che tutti noi sentiamo fortemente di abbellire le cose nostre, ogni nostro lavoro; e si rivela nelle verande, nei ballatoi che allietano il prospetto delle fragili costruzioni; nelle mantovane, negli ornati a colori caldi e smaglianti, che ne adornano le cornici, gli stipiti, i contorni; sono vere scene campestri e cittadine, schizzate in rosso, in verde, in nero sulle pareti rivestite all'ingrosso di uno strato di calce; sono piante e vasi di fiori, sono cacciatori col fucile in spalla, o briganti dal leggendario cappello alla Gasparone, nè manca la scena di Musolino inseguito dai carabinieri, che inciampa in *chillu filo!*

Coi bambini non tardarono a venire prima l'asilo infantile e poi per opera di buone e volonterose persone anche le scuole maschili e femminili e da ultimo, anche la linda e graziosa chiesetta di Santa Barbara, che collo svelto e aguzzo campanile, veglia qual vigile scolta sull'improvvisato villaggio e domina nella valle, quale simbolo di pace e di fratellanza universale.

Come fa pensare e come è bella l'immagine di Dio alle porte dell'immenso cantiere! — L'uomo dinnanzi a cotanto lavoro, che gli rivela la potenza del suo genio, sta per insuperbire, e Dio gli parla al cuore: *Ego Dominus!* e gli pone davanti agli occhi e la severità delle rupi altissime che contornano il bel frontale della galleria, e il candore delle bianche vette che occhieggiano qua e là, e i nudi dorsi corrosi e striati da' ghiacciai, e l'azzurro suggestivo di un cielo di zaffiro, e i torrenti scroscianti, e gli spacchi profondi, e le forre oscure, e le brune pinete che incoronano quale grandioso diadema, le creste circostanti; cornice splen-

Chiesa di Santa Barbara a Balmalonesca.

didissima, di gran lunga più magnificente del piccolo traforo umano che inquadra.

> Di che l'animo vostro in alto galla?
> Voi siete quasi entomata in difetto
> Si come verme in cui formazion falla (1).

L'uomo, nella lotta per l'esistenza, fra il tumultuare delle passioni, tanto più impetuose e brutali quanto più l'ignoranza s'accompagna al soggetto, tenta di soverchiare il proprio simile, di calpestarne i diritti, di farlo anche scomparire dalla scena della vita, e Dio per l'umile chiesetta gli ragiona al cuore e gli ripete col discepolo amato: Figliuoli, vogliatevi bene; figliuoli amatevi l'un l'altro! e gli richiama alla mente l'altissima meta per cui fu posto quaggiù:

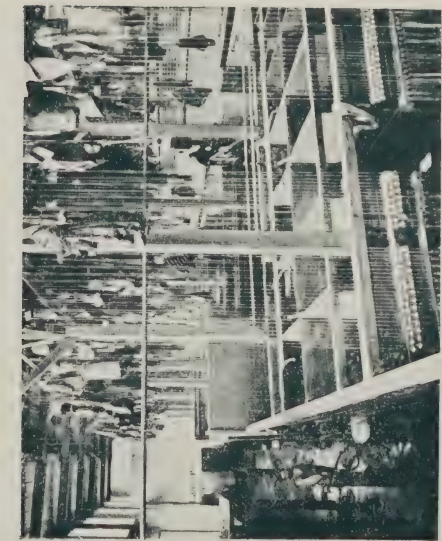
> Considerate la vostra semenza:
> Fatti non foste a viver come bruti,
> Ma per seguir virtute e conoscenza (2).

Tra la vita febbrile del cantiere, e quella non meno concitata del commercio di Balmalonesca, sta al di là della Diveria la piccola e pacifica colonia di Nante, formata dalle case operaie costruite ed affittate dall'impresa, dai palazzetti alla svizzera abitati dagli ingegneri e contornati da aiuole e da giardini, dal severo palazzo della Giura-Sempione, quasi nascosto nel folto dei faggi e delle betulle, e infine dall'Ospedale, ove si svolgono a sollievo dei feriti sul lavoro le sapienti e paterne cure del gentile dott. VOLANTE (3).

(1) *Purg.* C X, 27-9.

(2) *Inf.* C. XXVI, 118-20

(3) Il dott. G. VOLANTE, addetto sino dall'inizio dei lavori all'ospedale dell'imbocco italiano, ha anche pubblicato un pregevole opuscolo sulla *Igiene del minatore,* dedicato agli operai del Sempione, nel quale discorre pianamente e con

Bagni degli operai.

Cambiamento di Sciolta.

Insieme dei tre imbocchi italiani.

Ponte in legno alla galleria di direzione.

*
* *

Abbiamo veduto con una corsa molto celere le macchine e i lavoratori; con pari celerità vediamoli ora al lavoro. A tal uopo vi invito, o Signori, a un rapido viaggetto in ispirito sino all'avanzata della galleria, a otto o diecimila metri, secondo che si preferisce Iselle o Briga. Rechiamoci dapprima ai bagni, per indossare l' abito che non distingue l'operaio dal forestiere, l' ingegnere dal minatore. Anche l'operaio si reca al suo bagno, ove centinaia di cordicelle numerate tengono appesi in alto, nell' aria calda, i vestiti da lavoro, prima inzuppati d'acqua e di sudore, ed ora lavati ed asciutti. — Si deve a queste come ad altre prescrizioni sanitarie, se finora nessuna epidemia non è ancora riuscita a far capolino in tanta agglomerazione di persone. — Così vestiti e muniti di una lanterna non avremo nessuna difficoltà ad accomodarci sul fondo di un vagonetto, che ha appena scaricato sul terrapieno il suo detrito roccioso, ed è ancora tutto infangato. Intanto che s' approssima l'ora della partenza, possiamo dominare dall'alto del terrapieno, tutto il cantiere e scorgere con una sola visuale i tre imbocchi. Ma non c' è molto da aspettare, il treno è già composto: è una fila di 40, 50 fino a 60 vagoni; in buona parte vuoti, altri carichi di travi, di ferri da mina, di pietre lavorate, di calce, di sabbia, rimorchiati da due basse, ma tarchiate locomotive, l' una in testa l'altra in coda. Sul grande orologio appeso ad un palo lungo la via,

molta perizia di tutto ciò che riguarda l'igiene della casa, del dormire, del vestire, del nutrimento, del lavoro, e dei mezzi atti a prevenire lo sviluppo e la diffusione di quelle terribili infezioni, che mietono tante vittime fra la gente operaia.

è scoccata l' ora della partenza; un lungo e sonoro fischio delle due macchine..., una scossa violenta che si propaga dai due estremi ai carri di mezzo, che ultimi si decidono a partire, un doppio spintone che ci sbatte qua e là nel nostro carro.... e via, siamo in viaggio. In pochi istanti giungiamo sul ponte di legno, coperto a riparo dei venti, che imbocca la galleria; un altro fischio acutissimo ed eccoci al buio, malgrado i nostri lumicini, in bocca al traforo, avvolti nel caldo vapore della locomotiva, che lambe il basso soffitto della galleria di direzione e ci penetra completamente, inumidendo in un tiepido bagno il viso, le mani e le vesti, ed appannando inesorabilmente l'obbiettivo della macchina fotografica.

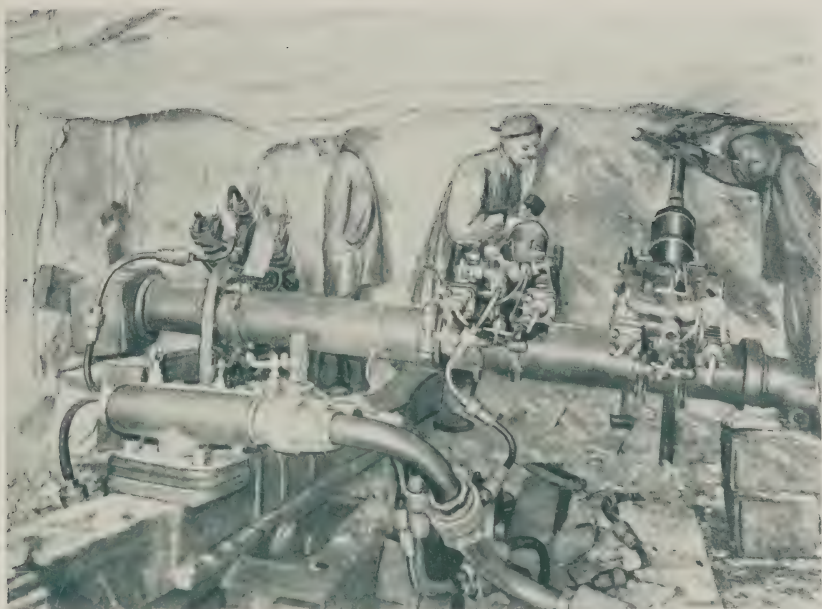
Ma la galleria di direzione dura poco; in dieci minuti entriamo nel più vasto ambiente del *tunnel N. 1*, ove l'aria che ci corre incontro produce un senso di grata frescura, mentre i fanali delle macchine rischiarano alquanto l' interminabile sequela delle pietre squadrate che formano i piedritti e la volta della galleria.

Vi risparmio la descrizione del viaggio, del sussulto continuato pel violento traballare dei carri senza molle e su rotaie primitive, del fracasso assordante che ferisce i timpani e romba nel cranio, perchè abbiamo fretta di giungere all'estrema avanzata. Vi dirò solo che ogni tanto appare una gran nicchia, con un numero accanto: è l' imbocco chiuso di una traversale; dal numero si deduce la progressiva, essendo le traversali di 200 in 200 metri, meno la prima che è a 300 metri dall'imbocco. Siamo alla decima traversa, dunque a 2100 metri; siamo alla trentesima, cioè a 6100 metri; ancora pochi minuti. Ecco un fanale rosso, segno di fermata; dobbiamo discendere? Non ancora: siamo alla *gare* interna, ossia alla stazione di smistamento. La macchina di testa retrocede su altro binario parallelo, con quasi tutti i carri, che scaglionerà con più lenta manovra lungo il cantiere interno;

noi proseguiamo con alcuni carri che devono giungere sino all'avanzata, con la locomotiva in coda. Giù le teste, Signori, che passiamo in un labirinto di travi verticali e orizzontali, che ogni tanto accarezzano il cappello; attenti alle mani che non restino offese dai puntelli laterali! Siamo fra le armature del cunicolo, in mezzo ai lavori dell'allargamento. Ma ormai l'ambiente è così stretto, che il torrido pancione della locomotiva ci sta a disagio; aspettiamo un momentino che si attacchino i cavalli ai nostri carri e faremo ancora mezzo chilometro.

I pazienti quadrupedi, col loro lumicino ad olio attaccato al giogo, sono da lunga pezza abituati a queste oscure manovre, guazzando nell'acqua e nel fango del *cunicolo d'avanzata,* ci trascinano alla svelta, guidati in avanti dal luccicare delle rotaie. Eccoci all'ultima traversa; scendiamo con prudenza; così da non battere del capo sul soffitto, da non rimanere malconci dal duro amplesso dei travi, da non rovinarci un piede sotto le ruote od un ginocchio fra i propulsori dei carri. Usando tutte le astuzie riusciremo a salvare la pelle e a sprofondare graziosamente i piedi in un limaccioso rigagnolo che scorre fra le due rotaie. Ma di qui all'*avanzata* estrema la tratta è breve, e l' intensità delle impressioni che si ricevono d'ogni parte è tale, che non c'è tempo da badare alle condizioni del suolo. Portiamoci avanti sinchè il vano lo permette, ed è con grande emozione che poseremo la mano sulla tiepida roccia a 8140 metri dall' imbocco, pensando che al di là di questo diaframma dello spessore di omai soli 1400 metri, sta un' altra famiglia di operai italiani, che da cinque anni lavora accanitamente per venirci incontro, ed in questo momento lotta contro l' acqua termale con l' energia suprema.

Ritiriamoci di alcuni passi ed assistiamo a ciò che in linguaggio tecnico si chiama un *attacco.* L'attacco si divide in

quattro tempi successivi: la *perforazione,* l'*esplosione,* la *ventilazione,* il *marinaggio.* Per la *perforazione,* gli operai avanzano il carrello portante l'affusto con quattro perforatrici. In pochi minuti il trave d'acciaio è forzato solidamente fra le due pareti. Si attacca al tubo dell'acqua compressa a cento atmosfere, quello dell'affusto comunicante colle macchine mediante un giunto metallico, mobile in qualunque direzione; gli operai dirigono i quattro fioretti in modo da determinare nella fronte d'attacco quattro fori, inclinati fra di loro, come gli spigoli convergenti al vertice di un tronco di piramide. Si girano i volantini delle valvole d'ogni perforatrice e il fracasso indiavolato incomincia. Ogni fioretto girando con moderata velocità, morde rabbiosamente la roccia, con uno stridore indescrivibile, mentre i colpi rapidissimi e secchi di otto stantuffi, formano l'accompagnamento di questa musica dell'avvenire; nè manca l'accompagnamento vocale colle grida monosillabiche dei minatori. In uno spazio di pochi metri quadrati, stanno sette od otto persone, tra minatori, meccanici, assistenti ed ingegneri. Zampilli d'acqua compressa schizzano qua e là tra le valvole sforzate, a cui talora si aggiunge quella che piove dall'alto e dai fianchi del cunicolo; quattro ruscelletti escono dai fioretti, coi detriti della perforazione. Dopo pochi minuti il fioretto è spuntato, ma ha guadagnato cinque, dieci, venti centimetri nella roccia; si ritira il cilindro d'ottone, si toglie il fioretto, se ne avvita uno nuovo, si riapre la valvola, il fioretto avanza nel foro cominciato e lo continua per altri cinque, dieci, venti centimetri. Il cambio del fioretto non richiede un minuto, ma è operazione che si ripete ad ogni istante. Il numero dei fioretti così spuntati varia da 300 a 400 al giorno; una numerosa schiera di fabbri lavora continuamente nel cantiere esterno a rifare e ritemprare le punte dei fioretti, con una perdita giornaliera di circa 90 chilogrammi di acciaio di Germania. In meno di quindici minuti

Tre perforatrici su affusto all'avanzata di Briga.

Gruppo di meccanici con due perforatrici.

le quattro perforatrici danno quattro fori, del diametro di 10 o 12 centimetri, e profondi circa metri 1,25, consumando da tre a otto fioretti ciascuna, secondo la durezza della roccia. Terminati questi quattro fori centrali, se ne fanno altri *otto* all' ingiro, di pari lunghezza, ma di diametro minore, che richiederanno per conseguenza un tempo più breve. In un'ora e mezza all'incirca i dodici fori dell'attacco sono pronti.

Ai minatori che ritirano i fioretti spuntati e il carrello dell'affusto in luogo sicuro, cioè nella prima trasversale che incontreranno, subentrano tosto i *fuochisti* coi loro cartocci di dinamite. *Cinque* chilogr. di gelatina esplosiva vengono introdotti in ciascuno dei *quattro* fori centrali, con miccie corte; un chilo e mezzo circa in ciascuno degli *otto* fori laterali, con miccie più lunghe. I fori si tappano con terra e polvere di mattone ben compressa, e si dà fuoco alle dodici miccie. In dieci minuti anche questo lavoro è fatto. Dopo pochi istanti, una serie di rombi assordanti, che pare vogliano sfondare i timpani e il petto, si diffonde dall' avanzata sino all' imbocco; un'onda violentissima di gas passa come vento impetuoso sui lumi ad olio, spegnendone buon numero tra i più vicini; mentre un denso fumo si sparge per l' aria, soffocando il respiro e condensandosi sui vestiti in fiocchi bianchi. Ma i potenti ventilatori, installati all' esterno, che soffiano trenta metri cubi d'aria al minuto secondo, non tardano a purificare l'ambiente dai gas velenosi. — Accorrono i minatori e i manovali; mentre i primi esplorano le pareti e la vôlta per farne cadere le scheggie e i massi vacillanti e pericolosi, i secondi caricano il detrito sui carri, sgombrano il terreno, e collocano un altro pezzo di binario, per potere riaccostare l'affusto delle perforatrici. In un'ora anche questo lavoro di *marinaggio* è finito.

Sommando adunque i tempi, in tre ore all' incirca l'*attacco* si è compiuto, e ne comincia un altro. Ma questo è il *record* degli attacchi; è quanto avviene allorchè la roccia è *buona,* e

tutto va bene (1). Quando la roccia è cattiva, quando gli strati sono orizzontali e pericolosi, quando bisogna *imboscare,* ossia armare con travi il cunicolo, prima di procedere oltre, allora l' *attacco* si prolunga a quattro, a sei, a dieci ore; cosicchè mentre in condizioni favorevoli si fanno fino a *nove attacchi* nelle ventiquattr'ore, in condizioni sfavorevoli il numero può discendere fino ad *uno,* e anche a *zero.* — Avrete pure compreso, il perchè delle miccie corte e delle miccie lunghe: le quattro mine centrali esplodendo prima delle altre, aprono nella fronte rocciosa una cavità conica, la quale permette alle mine circostanti di esplodere *lateralmente,* e produrre un intenso lavoro, malgrado la minor carica e la minore sezione.

A circa mezzo chilometro dell'avanzata altri minatori lavorano all'ingrandimento del cunicolo, dapprima in direzione

(1) Ecco ad esempio il rapporto giornaliero di perforazione di una *buona giornata* (27 febbraio 1904) in cui si fecero sette attacchi, con un'avanzamento totale di metri 7.50.

SOCIETÀ PEL TRAFORO DEL SEMPIONE

**Rapporto di Perforazione. = Galleria 1.ª = Mese di febbraio 1904**

| DATA | Num. d'attacco | DURATA | | | | MINE | | Num. dei ferri usati | Dinamite | N. dei vagoni trasportati | AVANZAMENTO | | | Pressione dell'acqua motrice |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perforaz. | Sgombro | Vent. e acc. diversi | Attacco | Num. | Profondità totale | | | | P. attacco | Giornaliero | Totale dall'imbocc. | |
| | | o. m. | o. m. | o. m | o. m. | N. | Metri | N. | Chili | a N. | M. | M. | M. | Atm. |
| 27 | 7741 | $1^{30}$ | $1^{00}$ | $1^{10}$ | $3^{40}$ | 12 | 15.60 | 58 | 33.5 | $6^{2}$ | —.80 | | | 100 |
| | 42 | $1^{30}$ | $0^{50}$ | $1^{20}$ | $3^{40}$ | 12 | 15.60 | 75 | 34.- | $4^{4}$ | 1.20 | | | » |
| | 43 | $1^{00}$ | $1^{00}$ | $1^{10}$ | $3^{10}$ | 12 | 15.60 | 63 | 37.- | $5^{2}$ | —.90 | | | » |
| | 44 | $1^{30}$ | $1^{10}$ | $1^{10}$ | $3^{50}$ | 12 | 15.60 | 58 | 34.- | $4^{3}$ | 1.20 | | | » |
| | 45 | $1^{20}$ | $1^{40}$ | $1^{10}$ | $4^{10}$ | 12 | 15.60 | 66 | 33.5 | $10^{1}$ | 1.— | | | » |
| | 46 | $1^{30}$ | $1^{00}$ | $1^{10}$ | $3^{40}$ | 12 | 15.60 | 76 | 33.- | $6^{3}$ | 1.30 | | | » |
| | 47 | $1^{10}$ | $0^{40}$ | $1^{20}$ | $3^{10}$ | 12 | 15.60 | 72 | 33.- | $4^{2}$ | 1.10 | 7.50 | 8055.60 | » |
| | | | | | | | | 468 | 297.0 | 39 | | | | |

Incontro di due cunicoli superiori.

Primo allargamento della galleria.

Attacco di un camino sul tetto del cunicolo.

Imboscamento per armare la volta.

Schema per dimostrare l'allargamento della galleria.

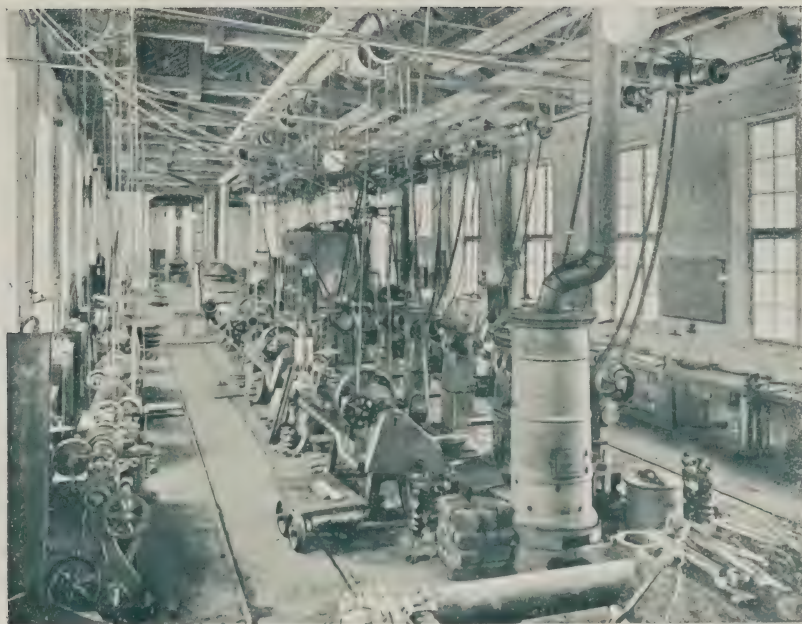
A Cunicolo di avanzamento — **B** Primo attacco di un camino — **C D** Camini ultimati che si espandono in cunicoli superiori — **E** Abbattimento del diaframma che separa due cunicoli laterali — **F** Sezione completa della galleria colla scomparsa del diaframma orizzontale.

laterale, poi in senso verticale. Questo lavoro si compie tutto a mano ed occupa un centinaio di operai. In bilico sopra un masso, o sopra assicelle e travi, le coppie dei lavoratori si succedono alle coppie; in alto, a metà, sul piano della galleria, e mentre l'uno tiene il ferro, l'altro fa ruotare la pesante mazza di acciaio con tale energia, che vengono i brividi pensando alla possibilità di un colpo sbagliato, che invece del ferro colga la testa del chino compagno. I colpi si succedono ritmici, secchi, squillanti, sicuri, e le fumose lanterne raccomandate bizzarramente ai macigni, rischiarano i vigorosi e bronzei contorni di quelli che lavorano seminudi. Per accelerare e facilitare l'ingrandimento in direzione verticale, lavoro assai più pericoloso del primo, si scavano dei camini sulla vôlta del cunicolo, i quali, ad

una certa altezza, si espandono longitudinalmente in altri cunicoli orizzontali, separati dalla galleria di base da un diaframma roccioso dello spessore di un metro: questi cunicoli superiori mano mano che si incontrano, si fondono e si continuano in una sola galleria, che corre parallelamente a quella inferiore. La dinamite distrugge finalmente anche il diaframma che divide i due cunicoli, e si ottiene così la sezione completa del Traforo.

Via via che i minatori abbandonano i tratti allargati, cedono il campo al faticoso compito dei carpentieri, i quali con pesanti e robustissime travi, fabbricano gli armamenti necessarii alla costruzione della vôlta, preparando così il lavoro ai muratori, che loro tosto sottentrano; drizzano e prolungano i massicci muraglioni dello spessore di un metro, con pietre già prima squadrate dagli scalpellini, e sopra vi distendono a perdita di vista, l' interminabile vôlta in pietra egualmente lavorata.

Così lavorano nell' interno della galleria centinaia di operai, divisi in squadre secondo il mestiere, che si rimutano tre o quattro volte al giorno, senza che mai non sia interrotto il lavoro, nè giorno nè notte, come mai non posano le macchine che agiscono fuori del *tunnel*. L'eterno girare della turbina, anima incessantemente la pompa, che comprime a cento atmosfere l'acqua, destinata a dar vita alla perforatrice; mentre i ventilatori soffiano turbini di aria purissima, che senza posa scaccia quella viziata dai lumi, dalle esplosioni, dal lavoro umano. Il minatore che termina il lavoro ha già al suo fianco chi lo deve continuare, e lo stesso ferro continua a mordere la roccia con immenso stridore, quasi non si fosse cangiata la mano che lo guida.

Le locomotive a vapore, a benzina, ad aria compressa, rotanti del continuo sull' intricato labirinto dei binari, distribuiscono e trasportano, dentro e fuori, gli uomini e la ma-

Officina dei meccanici.

Officina dei fabbri
(per ritemprare i fioretti delle perforatrici).

teria. Alla testa di una lunga fila di carri (sono d'ordinario da 40 a 50), escono sbuffando dalla galleria, trasportando all'aria pura, al riposo, uomini stanchi e trafelati; al grande terrapieno della *discarica* centinaia di metri cubi di roccia sbranata, e alle officine migliaia di ferri mozzi e spuntati. Altre macchine entrano fischiando allegramente e vi riportano uomini freschi, ferri novelli, travi, sabbia, cemento, calce e pietre lavorate.

Alcuni dati positivi varranno più di qualunque descrizione a dare un' idea della potenza e intensità dei lavori. Se le perforatrici spuntano giornalmente un numero variabilissimo di fioretti, che sale fino a 400 quando ruotano nel gneiss, i minatori che lavorano a mano ne consumano nello stesso tempo da **otto** a **diecimila!** Donde la necessità di un altro esercito di fabbri per rifare e ritemprare anche questi. Il consumo di questi ferri permette alle avanzate l'esplosione giornaliera di 60 grosse mine, e di altre 700 mine ordinarie ove si lavora all'allargamento. Per queste seconde si consumano quotidianamente 150 chilogrammi di dinamite; ma per le prime, meno numerose ma assai più potenti, ce ne vogliono 350: in totale 500 chilogrammi di dinamite al giorno. La roccia sbranata da questa mezza tonnellata di esplosivo, a lavoro normale, dà 1600 metri cubi di macerie nelle ventiquattr' ore, computando il lavoro delle avanzate, dell' allargamento e delle trasversali. Il totale delle mine date dall' inizio dei lavori nella sola galleria italiana supera il numero di un milione e mezzo. La dinamite consumata sinora raggiunge i 900,000 chilogrammi. La muratura interna dello spessore normale di un metro è fatta superficialmente di pietre lavorate, dietro le quali, sino al pieno contatto colla roccia, si adoperano pietre ordinarie: per ogni metro lineare di galleria occorrono ai muri laterali *(piedritti)* tre metri cubi di pietre lavorate (dette *scapoli*, e altri tre metri cubi per la vòlta (*bolognini*).

Quando tutto il *N. 1* sarà così rivestito, si avranno, in numero rotondo, 120,000 metri cubi di pietre lavorate, le quali formerebbero, messe con ordine, un bel zoccolo per posarvi sopra e innalzare di 12 metri il Duomo di Milano. — Come potrebbe la Diveria somministrare tanta sabbia per unire insieme alla calce tante pietre greggie e lavorate? Ed ecco altre macchine fuori del *tunnel,* che lavorano a produrla: sono ciclopiche mascelle che masticano e stritolano i macigni esportati dalla galleria, sino a ridurli in eccellente sabbia da costruzione.

E tutto questo immenso lavoro si compie colla massima celerità possibile, senza perdere un minuto di tempo, con severa disciplina, con ordine perfetto, con mirabile armonia, senza confusione, senza incertezze, sotto la guida degli abili ingegneri, che con pazienti misure e meravigliosi calcoli ne prestabilirono il grandioso disegno in tutti i più minuti particolari.

*
* *

In questo modo, metro per metro, palmo a palmo, la tenacia e l' ardire dell' ingegno umano vanno conquistando l' asse del traforo. La media del progresso giornaliero è di cinque metri per ogni imbocco; furono bensì raggiunti dei massimi di *otto metri* al giorno, ma in cambio entrambe le avanzate rimasero lunghi mesi inoperose. Quattro mesi rimase ferma l' avanzata italiana in causa dell' acqua; poi ci volle altrettanto tempo per progredire di 40 metri nel terreno spingente. Attualmente da più di quattro mesi ristagna l'acqua all'avanzata Svizzera alla progressiva di 10,140 metri: in totale più di un anno perduto in causa di formidabili ostacoli! Oggi (20 Marzo) il traforo ha raggiunto la progres-

siva di *8160* metri all' imbocco italiano, dunque un totale di 18,300 metri; non rimangono pertanto che 1430 metri all' incontro delle due squadre.

Quando si incontreranno? Calcolando su una media di cinque metri al giorno, da ottenersi unicamente all'avanzata di Iselle, occorrerebbero all'incontro *280 giorni,* pari a *nove mesi;* aggiungendo altri tre mesi per i lavori di allargamento, di rivestitura e di armamento della linea, fra un anno preciso la vaporiera potrebbe trionfalmente attraversare le Alpi nella più lunga galleria del mondo. Supponendo poi che a Briga si riesca a vincere l' acqua termale, e avanzando più adagio si possa fare almeno un terzo del restante lavoro, la data dell' incontro verrebbe anticipata di tre mesi, e pel prossimo Natale o per Capo d'anno la grande linea sarebbe aperta al commercio internazionale (1).

*Ma...*, ecco il punto interrogativo, ecco il dubbio, ecco la sfinge, che da cinque anni tiene gli animi sospesi,... ma, purchè non si avverino altri gravissimi ostacoli, purchè il monte non riaccenda i suoi forni, non si liquefaccia nelle sue roccie spingenti, non riapra le sue cateratte!

* * *

*Prima causa di ritardo :* **L'alta temperatura.** — È noto che discendendo nelle viscere della terra si incontra dapprima, ad una profondità variante da *uno* a *trenta* metri, uno strato ove la temperatura, uguale alla media annua del

(1) In quattro mesi lo stato delle cose si è evidentemente cambiato di molto. L'avanzata di Briga raggiunse la progressiva di 10376 metri; quella di Iselle raggiunse al 31 Luglio la quota 8950 metri. Non mancano adunque che 402 metri all'incontro, che si spera di effettuare verso la fine di Settembre o nella prima quindicina di Ottobre.

paese, si mantiene invariata tutto l'anno; dopo questo strato quanto più si discende nelle profondità terrestri, tanto più la temperatura cresce; la media è di un grado per ogni 50 metri di discesa.

Ma la scienza non possiede ancora un numero sufficiente di osservazioni sulla temperatura sotterranea delle regioni montuose, per poter determinare esattamente il grado di calore che dovrà incontrare una galleria nei suoi diversi punti. Infatti la temperatura interna non è una funzione dipendente solo dalla profondità o dalla più breve distanza dalla superficie, ma piuttosto dalla forma generale del rilievo montuoso, associata alle condizioni di conducibilità delle roccie che compongono la montagna (1). Inoltre le condizioni di temperatura del suolo superficiale per le varie altezze sul livello del mare sono ancora assai poco conosciute. Ed è precisamente da queste temperature superficiali che si deve partire, per stabilire le probabili temperature profonde. Si aggiunga ancora che la propagazione del calore nelle roccie schistose varia secondo le diverse direzioni della schistosità, e finalmente che le acque di infiltrazione possono alterare a grande profondità ogni regola di propagazione (2).

Tenendo presenti queste incertezze scientifiche, riferendosi ad osservazioni fatte al Cenisio e ancor più al Gottardo, le cui roccie sono molto simili a quelle del Sempione, e calcolando sul profilo del Sempione, le diverse profondità che

(1) Infatti alla galleria del Borgallo (lunga otto chilometri, sulla linea Parma-Spezia) a metri 3500 dall'imbocco Nord si aveva una temperatura di 30 centigradi, con un altezza di montagna di circa 600 metri, in argille scagliose; invece nella galleria di Tenda (Cuneo-Ventimiglia) a 3500 metri dall'imbocco Sud, si incontrò una temperatura di soli 17 centigradi, con un'altezza di m. 800 di montagna, in anidrite.

(2) Vedi l'*Étude géologique sur le nouveau projet de tunnel coudè traversant le massif du Simplon* di E. Renevier, relatore dello studio fatto al Sempione nell'Agosto 1882 dai Professori Heim, Lory, Taramelli e Renevier. (Nel Bull. de la Soc. vaudoise de sc. nat., vol. XIX, n. 89).

avrebbe raggiunto il traforo, i geologi conclusero per l' incontro di una massima temperatura di 44 centigradi, sotto il punto culminante del profilo. In realtà, nell' imbocco italiano la temperatura della roccia non raggiunse mai questa cifra, anzi, in grazia dell'acqua circolante, si mantenne a lungo relativamente fresca, e solo in questi ultimi mesi arrivò a 38 gradi, ma nell' imbocco svizzero, e precisamente sotto il punto culminante, la temperatura salì a 52 centigradi!

L'avere superato felicemente questo punto, rappresenta certamente una grande vittoria dell' ingegno umano. Quando si pensi che il timore delle alte temperature è il principale ostacolo che si oppone ai progetti di lunghe gallerie; quando si ricordino gli studii e le proposte ideate da principio per combattere i 44 gradi, che si sperava che rappresentassero una cifra esagerata, e si procurò con grande attenzione di tenere il tracciato del traforo a mezza distanza fra la vetta del M. Leone e le alte cime circostanti per tema di incontrare una temperatura di 50 gradi, non credo di andare molto lungi dal vero asserendo che, qualora si fosse avuta la certezza dei 52 centigradi, il Traforo del Sempione o non si sarebbe fatto, o si sarebbe tenuto assai più alto, perdendo così tutte le prerogative di una linea di pianura attraverso la barriera delle Alpi.

L'alta temperatura si vince con la ventilazione, calcolata in modo che l' ambiente si mantenga fresco, relativamente al calore della roccia circostante.

È noto che l' uomo lavora effettivamente a siffatte temperature elevate: nelle caldaie a vapore dei transatlantici la temperatura arriva a 45 gradi, e sale fino a 50 nella traversata del Mar Rosso: nelle miniere di Clomstock (Stato di Nevada) la roccia raggiunge 55 centigradi. In tali condizioni l' uomo non dà che la metà od un quarto del lavoro che potrebbe produrre. Il sudore cola così abbondante, che

scorre in piccoli rivi sulla pelle dell'operaio seminudo: il calore si accumula nel sangue e nei tessuti, e lo scemarsi dell'energia non tarderebbe a raggiungere lo *zero*, se mancasse il rimedio di una abbondante ventilazione. La ventilazione ha per effetto di produrre la rapida evaporazione del sudore, e così si sottrae al corpo, quel calore che tende ad accumularsi per la respirazione (1).

L' impresa Brandau potè vincere anche questa difficoltà della temperatura con una circolazione a tempo opportuno di 50 metri cubi d' aria al secondo, prima rinfrescata attraverso un velo d'acqua cadente, poi ulteriormente raffreddata associandola a 80 litri d' acqua finemente polverizzata. Con questo mezzo, se non si potè sempre abbassare la temperatura dell' avanzata ai 25 gradi del contratto, si potè abbassarla di tanto da creare almeno un ambiente respirabile (2).

*Seconda causa di ritardo:* **L'alta pressione.** — La roccia che sovrincombe al profilo del traforo, ha per buona parte di esso uno spessore che va dai 2000 sino ai 2100 metri. Dando a queste roccie un peso specifico medio di 2, 5, si ottiene sulla vôlta e sulle pareti della galleria una pressione variante da 500 a 525 atmosfere per metro quadrato.

(1) Il Figuier riferisce che i mietitori della Pensilvania, che lavorano talvolta sotto un sole cocente ed una temperatura di 50 centigradi, possono reggere molte ore a quest'improbo lavoro, a patto di bere copiosamente una miscela di acqua e rhum, la quale sviluppa e mantiene un continuo ed abbondante sudore; se cessa la bibita, cessa il sudore e il mietitore cade estenuato (*Conosci te stesso*, Cap. V).

(2) In previsione dell'alta temperatura (40 e più gradi) che l'avanzata di Iselle andrà raggiungendo mano mano che si avvicina all'incontro con Briga, l'Impresa sta ora trasformando in camerone la traversa 23.ª per installarvi una delle macchine a vapore da 80 cavalli e fare agire una pompa, la quale spingerà sino all'avanzata e sotto forte pressione l'acqua freschissima di una delle sorgenti scaturite nel terreno calcareo, che ha una temperatura di 11 centigradi. Quest'acqua verrà così polverizzata negli ambienii più caldi e potrà abbassarne di molto la temperatura.

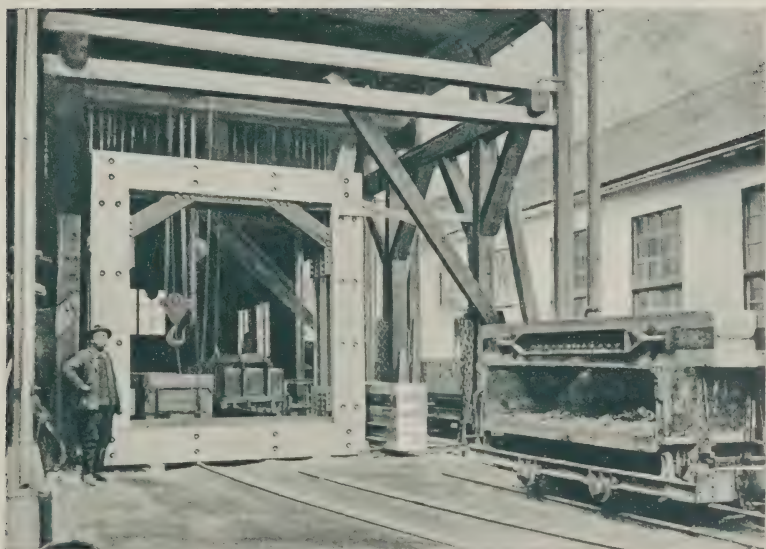
Ove la roccia è rigida e cristallina e poco consente al graduale propagarsi della pressione, questa si manifesta con degli spacchi improvvisi, con degli scoppii repentini che staccano grossi massi dall'interno della galleria, proiettandone le scheggie all'ingiro, senza nessun preavviso e quindi con grave pericolo degli operai. Anche a rivestimento murario completato la pressione si manifesta con abbassamenti della vôlta, e con spostamento dei piedritti. Il 19 novembre 1901, a m. 3360 dall'imbocco italiano un violentissimo colpo di pressione nel gneiss d'Antigorio riuscì a spingere avanti, di botto e per una tratta di 20 centimetri, tutto il muro a sinistra per una lunghezza di 40 metri! Ove la roccia è molle e cedevole la pressione è meno pericolosa, ma assai più *disastrosa*. Mano mano che si scava, le pareti daccapo si riavvicinano, la vôlta si abbassa, il pavimento si solleva, tutto il cunicolo finirebbe per rinserrarsi, se un colossale imboscamento non riesce a fissarne la posizione. Allora si vedono travi così grosse, che a stento si possono abbracciare, piegarsi sempre più giorno per giorno, sinchè si spezzano come fragili bacchette di legno (1).

Nel Traforo del Sempione una tratta di 40 metri di scisto calcareo-micaceo, stranamente decomposto e sdrucciolevole,

(1) In una recente escursione (7 giugno 1904) all'avanzata di Iselle cogli studenti di terza liceale, e con la preziosa guida degli Ing. Rolla e Chiapuzzi, potei mostrare ai miei allievi dei bellissimi esempi di siffatta enorme pressione interna. Alla progressiva di 8400 metri il suolo della galleria era così disegualmente rigonfiato, che nella galleria N. 2, il pavimento già terminato, si presentava tutto crepacciato e disuguale, ed il canale di scolo fatto all'inizio in sezione rettangolare era divenuto di sezione trapezoide per l'avvicinamento delle due sponde e in qualche luogo anche obliquo pel sollevamento di fianco. Altrove tutto il pavimento rigonfiato in massa, ostacolando il decorso delle acque, creava lunghe e profonde pozzanghere, e rendeva assai difficile il passaggio e la manovra dei carri: dappertutto poi puntelli e travi fortemente ricurvi o spezzati. Tutto ciò, secondo l'informazione dell'Ing. Chiapuzzi avvenne nel breve tempo di circa quindici giorni.

alla progressiva di 4430 metri, fu assolutamente refrattaria ad ogni sorta di imboscamento (1). Le armature triple e quadruple dei travi sovrapposti, non reggevano più di 24 ore all'immane pressione. Si ricorse allora ai quadri di ferro. Un quadro di ferro è formato da putrelloni di 50 centimetri di altezza, rinforzati da diagonali agli angoli e da grosse travi di quercia bollonate sui fianchi. Il quadro ha internamente la sezione normale del cunicolo. Più di cento, in ciascuna delle due gallerie, ne furono drizzati gli uni dopo gli altri, discosti da 20 a 40 centimetri, e rinforzati tutto all'ingiro da uno strato di calcetruzzo di 60 centimetri, per potere avanzare in quei 40 metri di terreno spingentissimo. Nel *tunnel N. 2* l'armatura in ferro durerà provvisoriamente sino a che ne sarà deciso l'ingrandimento; nel *tunnel N. 1* il rivestimento definitivo di questa tratta fu poscia fatto con muri da fortezza, dello spessore di due metri, con archi rovesci sotto il pavimento e colate di calcetruzzo dello spessore di due metri e mezzo! Si ottenne così come un enorme tubo di cemento e di muratura immerso nella roccia decomposta e appoggiato ai due estremi sulla roccia più solida.

Vi farete un' idea più adeguata di questo titanico lavoro, sapendo che questo tubo di 40 metri, costò all' Impresa la bellezza di circa 25 mila lire per metro lineare! *un milione per 40 metri di galleria!*

(1) Sull'origine di questo curioso pasticcio di roccie diverse, che per la sua immane pressione diede tanti fastidii all'Impresa, vi sono due opinioni principali. Secondo alcuni si tratterebbe di una spaccatura di monte riempita da materiale caotico franato dall'esterno; secondo altri (e a parer mio, con più ragione) si tratta di una *decomposizione in posto* di una roccia primitiva, costituita da calcare cristallino micaceo con noduli e filoni quarzosi, avvenuta per effetto di acque filtranti associate ad anidride carbonica. Vedasi in proposito: G. Spezia, *Sulla anidrite micaceo-dolomitica e sulle roccie decomposte della frana del Traforo del Sempione* (in « Atti R. Acc. di Scienze di Torino », Vol. XXXVIII, adun. del 14 giugno 1903).

Un *quadro di ferro* per sostenere la roccia spingente.

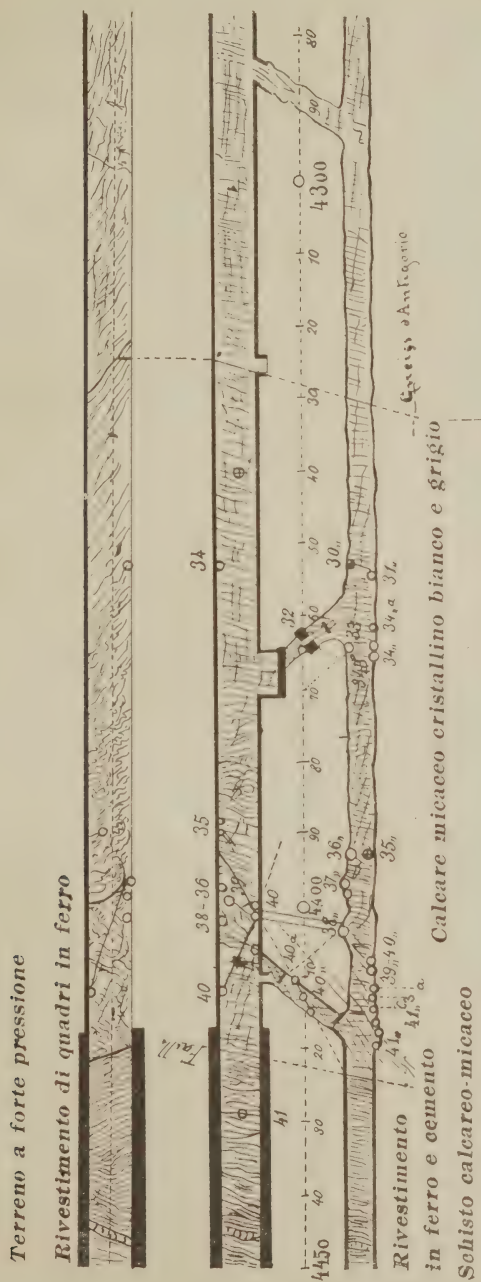
Tratto di galleria rivestita con *quadri di ferro*.

*
* *

*Terza causa di ritardo :* **L'acqua.** — Ed eccomi finalmente al terzo ed ultimo gravissimo ostacolo, l' irruzione di grandi polle d'acqua, o ad altissima pressione o ad elevata temperatura. Anche queste furono un' ingratissima sorpresa. Nel progetto del traforo le sorgenti erano infatti calcolate con una scarsissima probabilità, data la compattezza e la cristallinità accentuata della maggior parte delle roccie da attraversare. Nella galleria *N.* 2 un canale di scolo di cent. 50 × 60, scavato a destra del cunicolo pareva più che sufficiente a convogliare e condurre all'esterno le magre sorgenti che *forse* si sarebbero incontrate (1): ma in questo calcolo preventivo delle acque sorgive non si tenne conto dei banchi calcarei, notissimi per la loro circolazione sotterranea, e delle numerose *faglie* o rotture di strati che si era ben lungi dal supporre in uno spaccato geologico che si credeva semplicissimo. Si era al quarto chilometro a Sud, e al sesto a Nord, cioè a più di metà del totale della galleria, e la scarsità dell' acqua confermava vieppiù la supposizione primitiva. — Ricordo benissimo che in una visita ai lavori, fatta in quell'epoca, mi meravigliai fortemente di vedere il canale già scavato e cementato e di aver chiesto al cortese ingegnere Lanino: E se non bastasse a convogliare tutta l'acqua che potrebbe ancor derivare dall' avanzata? Al che egli mi

(1) « Quant aux infiltrations permanentes, elles sont peu à craindre dans cette section centrale, en raison, soit de la nature des roches, soit de la grand profondeur du tunnel, soit enfin de l'écoulement facile des eaux superficielles ». — (*Etude géologique,* ecc. dianzi cit., pag. 16). — Tale supposizione generale in ogni studio preventivo del Sempione, nel progetto, fu quella che fece commettere il grave errore di non pensare ad un'ampia cunetta di scolo e ad una diversa altezza di suolo fra i *tunnels* 1 *e* 2.

rispose sorridendo: Venga pure un po' d'acqua, che servirà almeno a rinfrescare la temperatura! — E l'acqua venne, dopo poche decine di metri, e irruppero i torrenti e inondarono la galleria, burlandosi in certa guisa del canale loro preparato dagli uomini. Anche qui, più che della parola mi valga l'aiuto delle figure per darvi almeno un' idea di quale diluvio sia stato teatro il nostro Traforo. Nella figura qui a fianco avete inferiormente il piano orizzontale delle due gallerie e superiormente la sezione verticale del *tunnel N. 1*, per una lunghezza di 170 metri, cioè dalle quote 4280 a 4450. In questi 170 metri si noverano **40 sorgenti** di diversa portata, di varia natura, di disuguale temperatura e regime! Le principali e più imponenti e che diedero all' Impresa tanto filo da torcere, si trovano in una tratta di 50 metri, intorno alla progressiva di 4410 metri. Su una lunghezza di dieci metri sbucarono venti torrenti che al principio diedero più di mille litri al minuto secondo. — Nelle due tavole successive vi presento una serie di vedute, che bene esprimono in loro muto linguaggio, quali cateratte siano state aperte dalla perforatrice nelle viscere del monte.

Il peggio si fu che queste acque erano ad altissima pressione. Il primo e più potente irrompere dell'acqua nel *tunnel N. 1*, avvenne la sera del 30 settembre, mentre si eseguiva l'ultima perforazione della giornata, cioè verso la mezzanotte. Uno dei tre fioretti delle perforatrici, che lavorava inclinato verso il suolo della galleria, giunto a circa mezzo metro di profondità, fu energicamente respinto all'indietro, e dal foro iniziato si sprigionò all'istante un violentissimo getto d'acqua rossiccia, per l'ossido di ferro tenuto in sospensione, cosicchè tutti gli operai ne rimasero intrisi e qualcuno fortemente colpito. Si parlò di una pressione di 200 atmosfere, equivalente ad una colonna d'acqua dell'altezza di 2000 metri; altri più modestamente si attenne alle 150 e qualcuno discese fino

Sorgenti nella galleria del Sempione da 4280 a 4450 metri nell'imbocco italiano (da SCHARDT).

Al di sotto: planimetria delle due gallerie — Superiormente: sezione verticale della galleria N. 1.

O Sorgenti attive. ⊕ Sorgenti esaurite.

alle 100: però di sicuro e in via assoluta nessuna cifra si può affermare, mancando del tutto i mezzi e i dati per la misura, non potendosi nemmeno calcolare sul diametro del foro pel dubbio se il ferro fosse o no rimasto nella roccia. Solamente dal canale di scolo, si potè avere il quantitativo dell'acqua, pari a circa 250 litri al minuto secondo. Ma di certo la pressione doveva essere enorme, poichè lo zampillo, percuotendo con fortissimo rombo il soffitto del cunicolo, si rompeva in un vero diluvio, che riempiva l'avanzata per 30 o 40 metri, così da togliere il respiro. Per circa tre giorni l'affusto colle sue perforatrici rimase sotto quell'acquazzone, dopo i quali potè esserne ritirato con grande stento da alcuni valorosi, che più e più volte si erano accinti al difficile compito.

La rigida colonna d'acqua, solida e liquida nello stesso tempo, rappresentò da quel giorno le colonne d'Ercole degli antichi, precludendo la via all'avanzamento (1).

Non rimaneva per questo impedito il progredire del *tunnel N. 2*, che era rimasto indietro di circa cinquanta metri, e che ancora si svolgeva nel gneiss d'Antigorio; approfittando del ristagno forzato del primo, non tardò a raggiungere il calcare saccaroide, attraverso il quale l'acqua gemente qua e là dalle screpolature della roccia, rappresentò il preludio di un secondo imminente diluvio, quale veramente scoppiò il giorno 4 ottobre, sì che anche in questa galleria si dovette sospendere la perforazione meccanica.

(1) L'impresa a quest'epoca era in anticipazione di circa 150 metri sul preventivato programma dei lavori, avendo raggiunto la metà della perforazione (sommando i due imbocchi di Briga e Iselle) un mese prima del previsto.

Nel mese di ottobre l'avanzamento fu nullo; in novembre, lavorando parte a mano e parte a macchina si potè avanzare di 29 metri. La perforazione a mano fu ripresa l'11 novembre, e il 15 quella a macchina, ma alla fine del mese, entrando nel micaschisto, si dovette armare fortemente la volta, e riprendere temporaneamente la perforazione a mano.

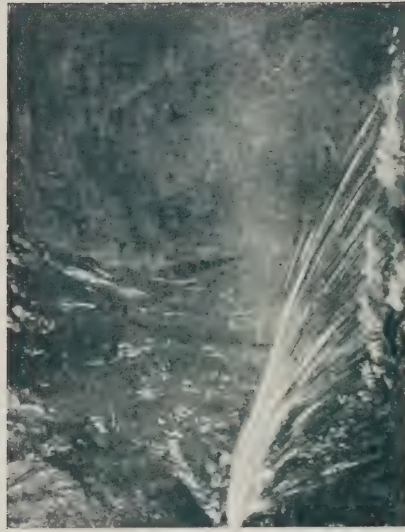
*Tunnel N. 1.* Sorgente 40
(4 marzo 1903).

*Tunnel N. 2.* Sorgente 36 „
(11 maggio 1903).

*Traversa XIX.* Sorgente 9 (calda)
(3 aprile 1903).

*Tunnel N. 2.* Sorgente 37 „
(11 maggio 1903).

Sorgenti scaturite nel Traforo del Sempione
(imbocco italiano).

*Traversa XXI A.* Sorgente 32 „
(gennaio 1902).

*Tunnel N.* 2. Sorgente 18 „ *a* (calda)
(3 aprile 1903).

*Traversa XXI B.* Sorgente 40 *b*
(21 gennaio 1902).

*Tunnel N.* 2. Sorgente 41 „
(3 aprile 1903).

Sorgenti scaturite nel Traforo del Sempione (imbocco italiano).

Ben supponendo l'Impresa che sarebbe stata cosa temeraria, se non anche impossibile, il precludere la via d'uscita alle masse liquide rinchiuse nel seno della montagna, affrontò coraggiosamente il problema di dare all'acqua la massima libertà, essendo certo meno difficile il lavoro con molta acqua a poca pressione, che con minore quantità a pressione altissima. Al quale fine si determinò la perforazione di una galleria trasversale fra i due *tunnels*, quantunque essa non dovesse scavarsi che cento metri più avanti, per conservare la distanza stabilita di 200 metri l'una dall'altra. Questa traversa, che è ora la 21.ª *bis*, doveva svolgersi nell'intricato sistema delle fenditure dalle quali poteva prorompere l'acqua prigioniera, e dato che non la si fosse tosto trovata, si doveva dalla metà della trasversale procedere avanti nella roccia con una galleria intermedia e parallela ai due *tunnel*, sino a che la si fosse incontrata, raccolta e incanalata, in modo da lasciare libero l'accesso alle due avanzate. Ma non ci fu bisogno di tanto. Fatti pochi metri nella progettata trasversale, una potente cataratta, la più ingente di tutte trovò libera la via, e le acque riunite di tutte le polle, in cui scemò rapidamente la pressione, diede un quantitativo di 1080 litri al secondo.

Dal giorno in cui queste acque apparvero, esse non cessarono *mai* di affluire, variando il loro quantitativo secondo i mesi, dai 730 a 1000 e più litri al secondo. Le acque furono tutte guidate nel *tunnel N. 2*, ove riuscendo affatto insufficiente il canale di scolo, ne invasero anche tutta la larghezza del pavimento, per un'altezza di quasi venti centimetri. Attualmente l'Impresa lavora allo scavo di un canale sussidiario lungo quattro chilometri nel *tunnel N. 1*, pel quale lavoro ottenne dal governo federale il sussidio di un milione.

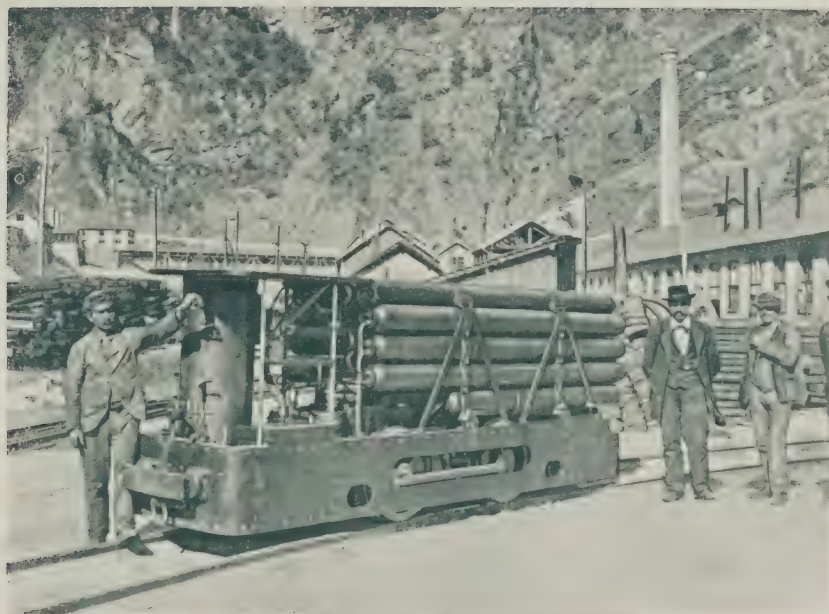
La grande diversità di temperatura e di durezza che si

osserva in queste sorgenti (e talora fra due polle vicinissime) ci mostra di primo acchito il lunghissimo viaggio sotterraneo di talune in confronto di altre, e l'intricato labirinto di fenditure che interseca il calcare in ogni direzione. A questo punto io sarei naturalmente portato a discorrere sull'origine di quest'acque che cagionarono cotanto trambusto; ma per non abusare soverchiamente della cortese attenzione del mio uditorio, omai già duramente messo alla prova, io non entrerò nell'argomento, non volendolo sciupare col troppo condensarlo.

Dirò solo che nulla ho da mutare a quanto già esposi due anni or sono in altra Conferenza sull'origine dell'*Acqua nel Traforo del Sempione* (1) e che mi riservo di trattarne più diffusamente, in apposita *Memoria*.

* * *

Non volendone per ora nemmeno subire l'affascinante tentazione, v'invito, o Signori, a penetrare colla mente attraverso la barriera che ancora separa i due imbocchi, per dare un semplice sguardo a quanto avvenne ultimamente all'avanzata di Briga. — Raggiunto colà il culmine del Traforo, con una temperatura di 50 gradi, l'Impresa incominciò il lavoro in contropendenza verso l'Italia. A tal uopo anzichè discendere tosto, il cunicolo di avanzata si mantenne in salita, portandosi poco alla volta dal cunicolo di base al cunicolo di sommità della galleria: si poterono così fare 500 metri senza bisogno di pompe, ma raggiunto il colmo della

(1) A. Malladra, *L'Acqua nel Traforo del Sempione,* Milano, Tip. Edit. L. F. Cogliati, 1902.

Locomotiva ad aria compressa

Di proprietà della Ditta CALZOLARI e FERRARIO — Milano.

Scavo del canale nel *Tunnel N. 2.*

calotta fu giocoforza discendere, e si discese di fatto con una pendenza del 12 $^{0}/_{00}$, lavorando colle pompe per riassorbire le acque delle perforatrici e ricondurle al culmine. Dopo trenta metri di discesa, a 10143 metri dall'imbocco, ecco una prima polla di 30 litri al secondo, e quel che è peggio con una temperatura di *49 gradi*, tale cioè da non poterci sguazzare per entro impunemente. Furono collocate nuove pompe, e, ben potete immaginare con quale angustiante ed affannoso lavoro fu ripresa la perforazione. Ma il Sempione per ultima e più atroce vendetta gittò contro gli intrepidi pioneri, subito dopo il primo attacco, una seconda polla, maggiore della prima e di pari temperatura, cioè 40 litri al secondo. Con un totale di 70 litri al secondo d'acqua termale la squadra dei valorosi dovette retrocedere, le acque invasero il cunicolo, lo riempirono sino al colmo, donde defluirono verso il Rodano. — Ma non si diede vinta l'Impresa; per quattro mesi le pompe lavorarono alacremente a vuotare la galleria inondata, e finalmente si riuscì a collocare due porte di sicurezza così da contenere in spazio limitato le due sorgenti, e il 20 marzo u. s. riuscì pienamente l'audace tentativo di riaccostare la perforatrice alla fronte d'attacco e fu ripresa la perforazione meccanica, con una media di 3 metri al giorno (1).

(1) Nei successivi giorni di marzo, in aprile e nella prima quindicina di maggio, la perforazione meccanica continuò senza ulteriori incidenti per altri 233 metri, con una media di 5 metri per ogni giorno di lavoro, raggiungendosi così la progressiva 10376 metri. Ma il 16 maggio, alle ore 15,30 si incontrò colla perforazione meccanica un'altra sorgente di acqua calda di 20 litri al secondo, con una temperatura di 45 centigradi. Tutta quest'acqua calda elevando ad un grado insopportabile la temperatura della roccia, e non essendovi acqua compressa sufficiente per refrigerare le tre sorgenti e far agire le perforatrici, l'Impresa decise di sospendere i lavori di avanzata all'Imbocco Nord, non essendovi nessuna convenienza finanziaria a stabilire un nuovo macchinario di sussidio per le poche centinaia di metri che ancora restano a perforare. Fu sgombrata la galleria da tutto il materiale dell'avanzamento e si serrarono le

Ma oramai
È da partir, chè tutto avem veduto (1).

Saliamo sul treno degli operai, che hanno terminato la faticosa giornata, e con essi usciamo a riveder le stelle.

*
* *

Duolmi vivamente, cortesi Signori, d'avere, e colla parola scolorita e per la tirannia del tempo, quasi sciupato un argomento di così vivo interesse; ma sono rimpianti tardivi, è ora che io finisca proprio davvero, perchè anche

Non mi lascia più gir lo fren dell'arte (2)

ed è con un pensiero pietoso che io prendo commiato da voi.

Allorchè comodamente seduti sui molli cuscini di una vettura di prima o di seconda classe, volerete colla rapidità di settanta chilometri all'ora dietro una sbuffante vaporiera, che in quindici minuti vi farà attraversare il Traforo del Sempione, ricordate quanti sacrifici di umane vite ha richiesto la titanica Impresa, per riuscire vittoriosa di cotanti e si gravi ostacoli. — Voli il vostro pensiero affettuoso e riconoscente a quegli umili eroi del lavoro, che innaffiarono coi loro sudori, che tinsero col loro sangue le asprissime roccie del Sempione. Sorga alle porte d'Italia un imperituro monu-

porte di sicurezza, in attesa che la galleria di Iselle, dopo la caduta dell'ultimo diaframma, possa servire di scolo a tutte queste sorgenti termali.

Il fiume Rodano, quasi a sanzionare la decisione dell' Impresa e forse stanco di tanto e si diuturno lavoro, il 28 maggio ostruì completamente il canale di presa col detrito proveniente da una frana caduta a monte della presa d'acqua.

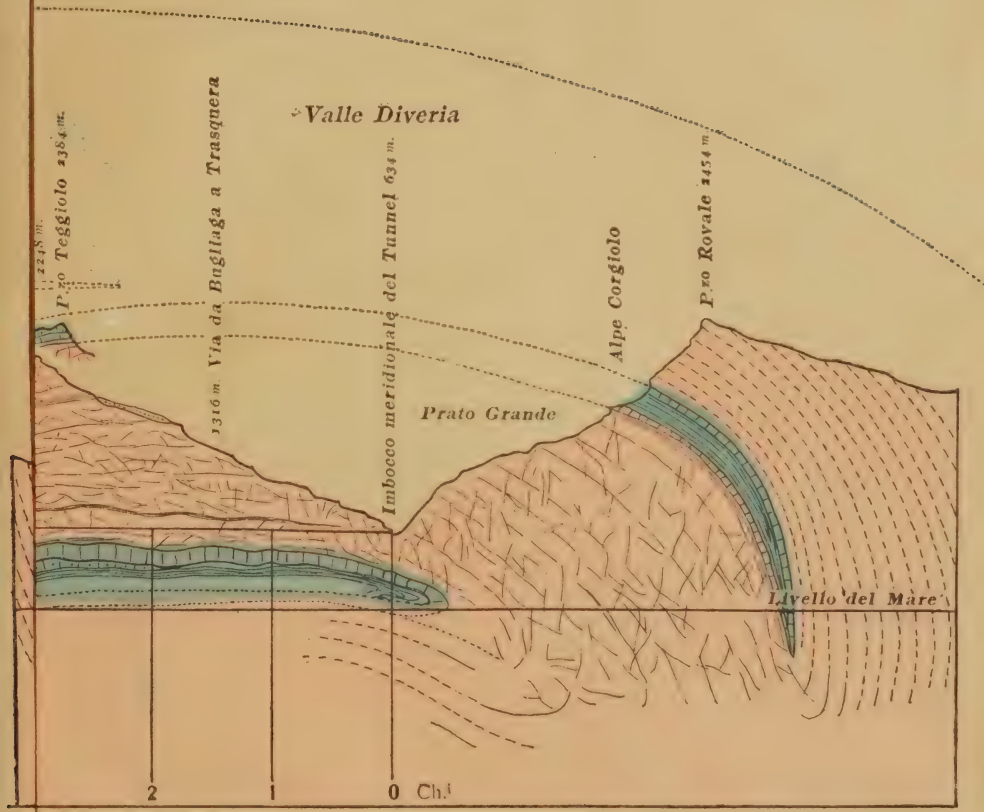
(1) *Inf.*, 34,68.

(2) *Purg.*, XXXIII, 139.

Cantiere di Briga.

Treno-operai che esce dall'imbocco svizzero.

mento che ricordi alle venture generazioni, i gloriosi che caddero sul campo, in quest'acerrima lotta contro la Natura. Ad essi vada la nostra gratitudine, la nostra ammirazione, ad essi il memore tributo della gran patria, l'ITALIA. Essa è grata ai suoi figli che la servono nelle opere della guerra e nelle opere della pace, nelle opere del braccio e nelle opere del pensiero, e la rendono gloriosa dinnanzi alle genti che, entrando pel Brennero, s'inchinano alla grande ombra di Dante nella terra del Rosmini, e pel Sempione a Domodossola, alla grande ombra di Antonio Rosmini, sulla libera terra di Dante.

ondo il D.r H. Schardt

ti metamorfici e schisti } **Paleozoico?**

neiss e micaschisti grana- } **Trias?**
anfibolici e cloritici } **Paleozoico?**

onte Leone } **Terreno primitivo.**

histi intercalati

iifera dal lato S. E.

# PROFILO GEOLOGICO DEL GRUPPO DEL SEMPIONE, lungo l'asse della galleria, secondo il D.r H. Schardt

Scala 1 : 63.000

## DESCRIZIONE.

**Prezzo: L. 2. —**